

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**MAPEAMENTO DA PEGADA DE CARBONO A
PARTIR DAS INTERRELAÇÕES ECONÔMICAS E
NOS SETORES DE SERVIÇOS E INDÚSTRIA: UMA
APLICAÇÃO**

DIANA CARNEIRO ELY
matrícula nº: 111321101

ORIENTADOR(A): Prof. Eduardo Pontual Ribeiro

ABRIL 2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**MAPEAMENTO DA PEGADA DE CARBONO A
PARTIR DAS INTERRELAÇÕES ECONÔMICAS E
NOS SETORES DE SERVIÇOS E INDÚSTRIA: UMA
APLICAÇÃO**

DIANA CARNEIRO ELY
matrícula nº: 111321101

ORIENTADOR(A): Prof. Eduardo Pontual Ribeiro

ABRIL 2016

As opiniões expressas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(a) autor(a)

Dedico este trabalho ao Rômulo, meus pais, Luiz e Taís por todo amor e ajuda. Este trabalho é tanto deles quanto meu.

DISCLAIMER: Essa monografia é relacionada a um trabalho da aluna como co-autora onde outros setores foram analisados utilizando a mesma metodologia. O artigo pode ser consultado em https://www.iioa.org/conferences/23rd/papers/files/2172_20150601051_CarbonFootprintingGCC.pdf

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram direta e/ou indiretamente a este trabalho. Aos meus pais, Luiz, minha irmã e toda minha família pela contribuição na minha formação desde pequena até os aprendizados que ainda tenho a cada dia. Ao Rômulo pela parceria, apoio e amor em cada passo dado. A Jesus Alexei, Marcelo Resende, Manfred Lenzen e Mauro Osorio pelas chances de trabalhar com pesquisa. Ao IMPA e a PUC pela disponibilidade de seus salões de estudo. Aos amigos e amigas que me ajudaram e atrapalharam durante esse processo. À organização internacional de insumo-produto por financiar minha ida ao Congresso 2015 para apresentar estudo que inspirou essa monografia. Ao Google e a Apple por facilitarem meu trabalho. Ao Programa Ciências sem Fronteiras/CNPQ pela bolsa que me permitiu realizar um intercâmbio na Universidade de Sydney. Lá aprendi muito sobre o assunto tratado nessa monografia. Também conheci o Professor Tommy Wiedmann com quem fiz um curso de “Environmental Extended Input-Output Analysis” na Conferência Internacional de Insumo-Produto de 2012. Minha participação nesse curso gerou um artigo no qual sou co-autora que foi a idéia para essa monografia. Ao meu orientador, Eduardo Pontual, por me guiar na produção de uma excelente monografia.

RESUMO

O trabalho propõe apresentar metodologia econômica para mapear a pegada de carbono de uma cidade gerada pela atividade econômica. A metodologia se caracteriza em destacar as inter-relações econômicas entre os setores e regiões: o modelo de insumo-produto multi-regional. Tabelas de insumo-produto multi-regional e tabelas de usos e recursos não estavam disponíveis para pequenas regiões no passado, mas uma mudança neste cenário pode ser vista em novas iniciativas como o laboratório virtual de ecologia industrial australiano (IELab, acrônimo em inglês para “Industrial Ecology Virtual Laboratory”) - que é uma plataforma de banco de dados virtual colaborativa que hospeda dados: multi-regionais, de usos e recursos e de contas satélites - em vários níveis de agregação. A perspectiva do consumidor é a escolhida nesse trabalho, pois muitos estudos têm sido publicados demonstrando a importância de medir as emissões de gases de efeito estufa da perspectiva do consumidor além da tradicional perspectiva do produtor. O objetivo é avaliar a pegada de carbono da demanda final da cidade de Gold Coast de produtos específicos: produtos industrializados e serviços. Avaliando suas cadeias de fornecimento, usando este modelo multi-regional de usos e recursos da Austrália, com quatro regiões distintas do IELab, conclui-se que os produtos com maior emissão de CO₂ são os produzidos pela indústria, eletricidade, bens e transportes.

SÍMBOLOS, ABREVIATURAS, SIGLAS E CONVENÇÕES

AIP	Análise Insumo-Produto
CBC	Contabilidade baseada no consumo
CGC	Cidade de Gold Coast
DF	Demanda Final
DFT	Demanda Final Total
Emp	Empresas
F	Famílias
GEE	Gases de efeito estufa
Gov	Governo
IELab	Laboratório Virtual de Ecologia Industrial
IE	Instituto de Economia
MC	Mapa de Carbono
MCF	Mapa de Carbono das Famílias
MCT	Mapa de Carbono Total
MID	Multiplicadores de Impactos Diretos
MIT	Multiplicadores de Impacto Total
MRIP	Multi-Regional de Insumo-Produto
PC	Pegada de Carbono
RDA	Resto da Austrália
RDM	Resto do Mundo
RDQ	Resto de Queensland
T	Transações ou Consumo intermediário
TUR	Tabela de Usos e Recursos
TUR-MR	Tabela de Usos e Recursos Multi-Regional
IE	Instituto de Economia
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO I – MÉTODOS DE MENSURAÇÃO DE PEGADA DE CARBONO EM MODELO DE INSUMO PRODUTO LOCAL	15
I.1 - DEFININDO A ESCOLHA METODOLÓGICA.....	15
I.2 - DESCRIÇÃO DO MÉTODO APLICADO	16
CAPÍTULO II - ANÁLISE DOS RESULTADOS.	25
II.1 - A ORGANIZAÇÃO DA APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	25
II.2 - A DEMANDA FINAL DA CIDADE DE GOLD COAST POR PRODUTOS DO SETOR “INDÚSTRIA”	25
II.3 - A DEMANDA FINAL DA CIDADE DE GOLD COAST POR PRODUTOS DO SETOR “SERVIÇOS PÚBLICOS”	34
II.4 - A DEMANDA FINAL DA CIDADE DE GOLD COAST POR PRODUTOS DO SETOR “SERVIÇOS INDUSTRIAIS DE UTILIDADE PÚBLICA”.....	44
II.5 - A DEMANDA FINAL DA CIDADE DE GOLD COAST POR PRODUTOS DO SETOR “SERVIÇOS PRIVADOS E NEGÓCIOS”	50
CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - A estrutura TUR-MR desse estudo (i = setores de atividade, p = produtos, VA = Valor Adicionado, DF = Demanda Final, CGC = Gold Coast City, RDQ = Resto de Queensland, RDA = Rest da Austrália e RDM = Resto do Mundo).....	18
Figura 2 – O conjunto dos MC estimados: “Fam”, “Gov”, “Emp”, “VarEst” e “T”.	23
Figura 3 – A Pegada de Carbono (PC) da demanda final da Cidade de Gold Coast – durante a produção dos produtos do setor de atividade “Indústria”, produzidos por cada uma das quatro regiões avaliadas.	27
Figura 4 - Mapeando a Pegada de Carbono dos produtos do setor de atividade "Indústria" produzidos e consumidos na Cidade de Gold Coast	28
Figura 5 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões na Cidade de Gold Coast causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Indústria” produzidos e consumidos na Cidade de Gold Coast.....	29
Figura 6 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto de Queensland causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Indústria” produzidos e consumidos na Cidade de Gold Coast.....	29
Figura 7 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto da Austrália causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Indústria” produzidos e consumidos na Cidade de Gold Coast.....	30
Figura 8 - Mapeando a Pegada de Carbono dos produtos do setor de atividade "Indústria" consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto de Queensland	31
Figura 9 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto da Austrália causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Indústria” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto de Queensland.	31
Figura 10 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto da Austrália causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Indústria” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto de Queensland.	32
Figura 11 - Mapeando a Pegada de Carbono dos produtos do setor de atividade "Indústria" consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto da Austrália.....	33
Figura 12 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto de Queensland causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Indústria” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto da Austrália.....	33
Figura 13 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto da Austrália causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Indústria” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto da Austrália.....	34
Figura 14 - A Pegada de Carbono (PC) da demanda final da Cidade de Gold Coast – durante a produção dos produtos do setor de atividade “Serviços Públicos”, produzidos por cada uma das quatro regiões avaliadas.	35

Figura 15 - Mapeando a Pegada de Carbono dos produtos do setor de atividade "Serviços Públicos" consumidos e produzidos na Cidade de Gold Coast.....	36
Figura 16 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões na Cidade de Gold Coast causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Públicos” consumidos e produzidos na Cidade de Gold Coast.	36
Figura 17 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto de Queensland causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Públicos” consumidos e produzidos na Cidade de Gold Coast.	37
Figura 18 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto da Austrália causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Públicos” consumidos e produzidos na Cidade de Gold Coast.	38
Figura 19 - Mapeando a Pegada de Carbono dos produtos do setor de atividade "Serviços Públicos" consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto de Queensland.....	38
Figura 20 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto de Queensland causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Públicos” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto de Queensland.	39
Figura 21 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto da Austrália causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Públicos” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto de Queensland.	40
Figura 22 - Mapeando a Pegada de Carbono dos produtos do setor de atividade "Serviços Públicos" consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto da Austrália.	40
Figura 23 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto de Queensland causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Públicos” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto da Austrália.....	41
Figura 24 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto da Austrália causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Públicos” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto da Austrália.....	41
Figura 25 - Mapeando a Pegada de Carbono dos produtos do setor de atividade "Serviços Públicos" consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto do Mundo.	42
Figura 26 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões na Cidade de Gold Coast causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Públicos” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto do Mundo.	43
Figura 27 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto de Queensland causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Públicos” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto do Mundo.	43
Figura 28 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto da Austrália causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Públicos” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto do Mundo.	44
Figura 29 - A Pegada de Carbono (PC) da demanda final da Cidade de Gold Coast – durante a produção dos produtos do setor de atividade “Serviços Industriais de Utilidade Pública”, produzidos por cada uma das quatro regiões avaliadas.....	45
Figura 30 - Mapeando a Pegada de Carbono dos produtos do setor de atividade "Serviços Industriais de Utilidade Pública" produzidos e consumidos na Cidade de Gold Coast.....	46
Figura 31 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões na Cidade de Gold Coast causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Industriais de Utilidade Pública” consumidos e produzidos na Cidade de Gold Coast.....	46
Figura 32 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto de Queensland causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Industriais de Utilidade Pública” produzidos e consumidos na Cidade de Gold Coast.....	47
Figura 33 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto da Austrália causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Industriais de Utilidade Pública” produzidos e consumidos na Cidade de Gold Coast.....	47
Figura 34 - Mapeando a Pegada de Carbono dos produtos do setor de atividade “Serviços Industriais de Utilidade Pública” produzidos no Resto do Mundo e consumidos na Cidade de Gold Coast.	48
Figura 35 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões na Cidade de Gold Coast causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Industriais de Utilidade Pública” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto do Mundo.....	48
Figura 36 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto de Queensland causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Industriais de Utilidade Pública” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto do Mundo.....	49
Figura 37 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto de Queensland causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Industriais de Utilidade Pública” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto do Mundo.....	49

Figura 38 - A Pegada de Carbono (PC) da demanda final da Cidade de Gold Coast – durante a produção dos produtos do setor de atividade “Serviços Privados e Negócios”, produzidos por cada uma das quatro regiões avaliadas	50
Figura 39 - Mapeando a Pegada de Carbono dos produtos do setor de atividade "Serviços Privados e Negócios" produzidos e consumidos na Cidade de Gold Coast.....	51
Figura 40 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões na Cidade de Gold Coast causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Privados e Negócios” consumidos e produzidos na Cidade de Gold Coast	51
Figura 41 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto de Queensland causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Privados e Negócios” consumidos e produzidos na Cidade de Gold Coast	52
Figura 42 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto do Mundo causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Privados e Negócios” consumidos e produzidos na Cidade de Gold Coast	52
Figure 43 - Mapeando a Pegada de Carbono dos produtos do setor de atividade "Serviços Privados e Negócios" consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto do Mundo.....	53
Figura 44 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões na Cidade de Gold Coast causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Privados e Negócios” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto do Mundo.....	54
Figura 45 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto de Queensland causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Privados e Negócios” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto do Mundo.....	54
Figure 46 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto da Austrália causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Privados e Negócios” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto do Mundo.....	55

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Multiplicadores Diretos de CO ₂ para a Cidade de Gold Coast.....	56
Tabela 2 – Multiplicadores Indiretos de CO ₂ para a Cidade de Gold Coast	57

INTRODUÇÃO

Todas as sociedades têm a responsabilidade de diminuir a mudança climática de acordo com, entre outros critérios, a sua contribuição para as emissões globais de gases de efeito estufa. Através do comércio de bens e serviços em um mundo globalmente interdependente, o consumo em cada região está ligado às emissões de gases de efeito estufa em outras regiões. A responsabilidade de emissão de gases efeito de estufa dos habitantes de uma região pode ser determinada pelo seu consumo de commodities importadas e produzidas domesticamente, como defendem Proops et al. (1993).

O Estudo de mecanismos de emissões de CO₂ se faz determinante para a compreensão e elaboração de políticas para reduzir a produção deste fator contribuinte para a mudança climática. Para este fim, entende-se que a incorporação de desagregação espacial - enfatizada por Su e Ang (2010)- e, a implementação de um ponto de vista holístico em termos de avaliação dos setores, pode apoiar a concepção das políticas de mitigação. A Pegada de Carbono é a quantificação das emissões de CO₂ de um determinado produto ou setor industrial incluindo toda a cadeia de suprimento do mesmo. Portanto, se eletricidade e transporte foram utilizados em sua produção, a emissão de CO₂ associada à eletricidade e transporte também deve ser contabilizada.

É possível usar ferramentas apropriadas para medir as emissões de CO₂ durante as fases de produção de diferentes perspectivas - o produtor e o consumidor. A Análise de Insumo- Produto (AIP) pode contribuir para essa medição de pegada de carbono (Feijó *et al.*, 2001; Wiedmann, 2009a).

Dentro da Análise Insumo Produto, Tabelas Multi-Regional de Insumo-Produto (MRIP) são reconhecidas como uma ferramenta adequada para esse fim. MRIP documentam centenas de relações entre setores industriais (chamadas estruturas de produção setorial) e são, portanto, capazes de rastrear as emissões de carbono através das redes de comércio e cadeias de fornecimento.

Muitos estudos têm aplicado esta técnica para analisar uma região específica (Turner *et al.*, 2007; Wiedmann *et al.*, 2007; De Almeida Vale e Perobell, 2014), ou um sistema

econômico contendo um conjunto de regiões – englobando o comércio de bens e serviços entre estas regiões. A aplicação da última abordagem mencionada tem sido intensificada nos dias de hoje através da utilização de modelos Multi-Regional de Insumo-Produto (MRIP) (Turner *et al.*, 2007; Wiedmann *et al.*, 2007), que têm demonstrado ser um instrumento adequado para esse propósito (Druckman e Jackson, 2009; Wiedmann, 2009b; Davis *et al.*, 2011; Lenzen *et al.*, 2012; Lenzen, 2013; Wiedmann *et al.*, 2013; Dadhich *et al.*, 2014).

Neste estudo, a metodologia para estimar a Pegada de Carbono de uma região local é revisada. Para o Brasil não há dados disponíveis para tal análise e desta forma a aplicação é feita em uma cidade específica. Mede-se o consumo de produtos e serviços produzidos por um conjunto de setores, em uma cidade específica para estimar a sua Pegada de Carbono (PC). Para este fim, as emissões de CO₂ das atividades econômicas de produção são traçadas, levando em consideração a seguinte definição:

"A pegada de carbono é uma medida da quantidade total exclusiva das emissões de dióxido de carbono que é direta e indiretamente causada por uma atividade ou é acumulada ao longo dos estágios de vida de um produto" (Wiedmann e Minx, 2008)

Este estudo compartilha em grande parte da visão verificada em Dietzenbacher *et al.* (2013)¹, em que foi enfatizado que uma das tendências de AIP para o futuro é o aumento de estudos e bases de dados MRIP - incluindo contas satélites ambientais a nível de cidade em uma construção colaborativa multi-disciplinar de dados.

Análise de insumo-produto ambiental (acrônimo em inglês “EEIOA”) é o termo usado para combinar a clássica entrada-saída monetária com contas satélite que contenham dados sobre emissões no meio- ambiente ou uso de recursos. As bases para esse tipo de análise já foram estabelecidas na década de 1960 e 1970 (Isard *et al.*, 1967; . Daly, 1968; Leontief e Ford, 1970). Hoje, estudos de análise de ciclo de vida e ecologia industrial fazem uso extenso de técnicas de insumo-produto (Duchin, 1992; Heijungs e Suh, 2002). Blair e Miller (1985) fornecem um resumo de métodos.

¹ Na seção 3, Manfred Lenzen conta uma história sobre o futuro (o ano 2038) que começou em 2016 com o laboratório virtual de MRIP global lançado pelo projeto Réunion consortium e terminou em 2037 com o esboço do que ele chamou de “Conta do Sistema Ambiental” (acrônimo em inglês: SEA). Na seção 5, Dabo Guan também profetizou o estabelecimento de bases de dados MRIP em nível micro de detalhes (potencialmente abrindo espaço para projetos “Big Data” Insumo-Produto). Seria possível conectar, por exemplo, setores econômicos em uma cidade específica com outros setores de uma cidade internacional.

Um exemplo de iniciativa de EEIOA é o Laboratório Virtual de Ecologia Industrial (acrônimo em inglês: IELab) – uma plataforma virtual colaborativa de banco de dados MRIP que hospeda dados de contas satélite para modelos MRIP do nível micro ao macro - por exemplo: cidades para países (Lenzen *et al.*, 2014).

Nesse estudo avalia-se o relacionamento das emissões de CO₂ com o consumo dos produtos dos setores "Serviços" e "Indústria" de uma região específica: Cidade de Gold Coast (CGC) na Austrália. A CGC foi escolhida por ser único dado desagregado a nível cidade disponível no momento do estudo. O dado foi obtido do IELab, mencionado anteriormente.

Embora seja uma cidade de porte médio, a participação da atividade agrícola da CGC em seu sistema econômico não é tão significativa quando comparada a de outras cidades australianas (apenas uma pequena quantidade de agricultores de cana no Norte). É a maior cidade não-capital da Austrália e a sexta considerando todas elas. Em termos de população cresceu 35,5% de 2001 a 2012 (**Gold Coast Regional Plan 2013-2016**, 2013). Espera-se que a cidade e as indústrias escolhidas possam ser usadas como uma plataforma para a compreensão dos mecanismos das emissões de CO₂ e concepção de políticas de mitigação em futuros estudos.

No Brasil nenhum estudo de Pegada de Carbono a nível cidade – incluindo toda a cadeia de suprimentos de um produto - foi realizado até o momento. Alguns estudos de Pegada de Carbono, no entanto foram feitos: (Schutze e Pinto, 2013), por exemplo, fizeram comparação da pegada de carbono de estudantes da Unicamp baseado em questionários preenchidos pelos alunos e estimativas de emissão de CO₂ dependendo do tipo de transporte e distância percorrida. O objetivo secundário desse estudo é dar suporte a futuros trabalhos que possam ser feitos utilizando Pegada de Carbono incluindo todas as emissões diretas e indiretas de da cadeia de produção de determinado produto. Espera-se que no futuro a metodologia possa ser aplicada para cidades brasileiras – quando houver dados disponíveis.

O capítulo 1 apresenta o método de mensuração de Pegada de Carbono em modelo de insumo produto local. O capítulo 2 apresenta os resultados do estudo de caso: a Pegada de Carbono dos setores escolhidos para a Cidade de Gold Coast. O capítulo 3 contém a conclusão e discussão do estudo.

CAPÍTULO I – MÉTODOS DE MENSURAÇÃO DE PEGADA DE CARBONO EM MODELO DE INSUMO PRODUTO LOCAL

1.1 - Definindo a escolha metodológica

Ao longo dos anos muitas proposições foram feitas a respeito da contabilização de emissões de gases de efeito estufa (GEE) de cidades. Hoje, é reconhecido na literatura que o mais importante é onde ocorrem as emissões (Satterthwaite, 2008). É geralmente reconhecido na literatura que um inventário de emissões escala-cidade deve incluir as emissões territoriais, bem como aquelas que ocorrem fora do limite da cidade, mas pode ser atribuída a atividades dentro da cidade. Vários termos têm sido utilizados para tal emissões indiretas, incluindo fora do limite, transfronteiriça, translimite, ou emissões de Escopo 3² (Roche *et al.*, 2014)).

Contabilidade baseada no consumo (CBC) e PC são os termos usados na literatura para essa metodologia (Chavez e Ramaswami, 2011; Kennedy e Sgouridis, 2011; Baynes e Wiedmann, 2012; Ramaswami *et al.*, 2012; Chavez e Ramaswami, 2013).

A Contabilidade baseada no Consumo leva em consideração a idéia de que o responsável pelas emissões é o consumidor. Por exemplo, se os Estados Unidos da América importam muitos produtos da China que são intensivos em emissão de CO₂ (como por exemplo aço), o país responsável por essas emissões é o Estados Unidos da América e não a China, que realiza a produção. Partindo do pressuposto que um país só produz produtos que são demandados, essas emissões de CO₂ causadas pela China só são realizadas por causa do país(es) consumidor(es).

A Contabilidade baseada no Consumo é o método predominante na literatura de Pegada de Carbono. Wiedmann, Chen, *et al.* (2015) faz um resumo da literatura de Pegada de Carbono para cidades.

² Emissões de escopo 3 são associadas a bens e serviços importados para a cidade e produzidos fora dela.

Se a Pegada de Carbono de Gold Coast fosse avaliada usando a produção total da Cidade de Gold Coast, poderia haver viés nos resultados, pois nem tudo que é produzido em uma cidade é consumido nela, então muitos produtos são produzidos porque há demanda de outras regiões por elas – nesse caso a responsabilidade das emissões seriam das regiões que demandam esses produtos. Portanto para avaliar a responsabilidade em emissões de CO₂ da Cidade de Gold Coast neste estudo avalia-se a Demanda Final da Cidade de Gold Coast.

Na Literatura, a análise de insumo-produto ambiental emergiu como o método predominante para CBC. Wright *et al.* (2011) e Baynes e Wiedmann (2012) resumem a literatura sobre CBC escala-cidade até 2011-2012. Desde então, as PC e indicadores ambientais relacionados à análise insumo-produto ambiental foram calculados para um certo número de cidades americanas, chinesas e européias - todos oferecendo novos “insights” sobre a relação entre o consumo e estilos de vida urbana e impactos ambientais teleconectados em outros lugares.

Uma preocupação acerca de estudos de PC é a limitação de dados: em muitos casos os dados das cidades são estimados usando-se os dados nacionais, partindo do princípio de que a estrutura econômica da cidade é similar ao do país a que a cidade pertence (método RAS). Por causa do viés que isso pode causar, nos últimos anos pesquisadores têm se esforçado para obter dados de insumo-produto de melhor qualidade (Lenzen e Peters, 2010; Yao *et al.*, 2013; Feng *et al.*, 2014; Hermannsson e McIntyre, 2014; Zhang *et al.*, 2015)

A outra preocupação em estudos de PC é que as emissões GEE são diretamente ligadas à demanda final sem mostrar os fluxos ao longo das cadeias de fornecimento (demanda intermediária) ocultando assim detalhes úteis para a análise da emissão de diferentes escopos e caminhos.

Motivados por essas preocupações Wiedmann, Schandl, *et al.* (2015) conceituam uma representação detalhada de emissões incorporada em cadeias inter-industriais específicas da cidade e cadeia de suprimentos por meio de um mapa de carbono. Pelas razões explicadas acima aplica-se o mesmo método para esse estudo.

1.2 - Descrição do método aplicado

Uma Tabela de Usos e Recursos Multi-Regional (TUR-MR) para o ano de 2009 foi extraída a partir do IELab, incluindo a sua conta satélite de emissões de CO₂ contendo as 4 regiões: Cidade de Gold Coast, Resto da Austrália, Resto de Queensland e Resto do Mundo.

Devido à fase preliminar do projeto IELab, infelizmente, a conta satélite CO₂ não está disponível para todos os setores de atividade – no momento de elaboração desse estudo. Portanto, a maior tabela disponível para nosso estudo contém 12 setores de atividade.

Esta versão TUR-MR foi construída agregando os setores de atividade com semelhante padrão de emissões de CO₂, obtendo-se assim, uma TUR-MR que, mesmo com menos setores de atividade e produtos, é capaz de alcançar o nosso objetivo de estudo. Os setores de atividade com padrão de emissão de CO₂ muito diferentes foram separadas na construção desses dados.

No momento da concepção desse trabalho os dados do IELab apresentam falta de dados a respeito das matrizes de produção (tabelas de recursos) e Demanda Final (DF) do RdM. A ausência dessas tabelas na nossa TUR-MR impede nosso estudo de estimar a pegada de carbono de produtos de consumo fora da Austrália, a maneira que o subconjunto do consumo do RdM foi estimado limita a estimação dos coeficientes técnicos do RdM por razões que serão mais detalhadas. No entanto, este procedimento foi essencial para obter a pegada de carbono das regiões avaliadas em nosso modelo. Assim, este estudo abrange as emissões de CO₂ no interior do território australiano - com resultados confiáveis no que diz respeito a pegada de carbono do consumo de produtos feitos na CCG, Resto de Queensland (RdQ) e Resto da Austrália (RdA). Os produtos restantes, aqueles feitos no RdM, possuem resultados menos confiáveis.

A estrutura TUR- MR pode ser visualizada na Figura 1 a seguir, que foi construída com a Tabelas de Usos e Recursos (TUR) da CGC, Resto de Queensland (RdQ), Resto da Austrália (RdA) e, como foi descrito antes, parte da TUR do Resto do Mundo (RdM). Abaixo destas tabelas de Usos e Recursos está a conta satélite, um vetor de CO₂ total emitido diretamente por cada uma das 12 setores de atividade dessas regiões. Como toda tabela de Recursos e Usos: as tabelas de uso representam o que cada setor de atividade “consumiu” de insumos – adicionando as regiões, um setor de atividade pode ter “consumido” o mesmo insumo de diferentes regiões. Já as tabelas de Recursos devem sempre ter a mesma região na linha e na coluna, pois tratam das produções e o setor de atividade de uma região X produziu produtos nessa mesma região X.

TUR-MR		CGC		RDQ		RDA		RDM	CGC	RDQ	RDA
		i	p	i	p	i	p	i	DF	DF	DF
CGC	i		R_{CGC}								
	p	$U_{CGC,CGC}$		$U_{CGC,RDQ}$		$U_{CGC,RDA}$		$U_{CGC,RDM}$	$DF_{CGC,CGC}$	$DF_{CGC,RDQ}$	$DF_{CGC,RDA}$
RDQ	i				R_{RDQ}						
	p	$U_{RDQ,CGC}$		$U_{RDQ,RDQ}$		$U_{RDQ,RDA}$		$U_{RDQ,RDM}$	$DF_{RDQ,CGC}$	$DF_{RDQ,RDQ}$	$DF_{RDQ,RDA}$
RDA	i						R_{ROA}				
	p	$U_{RDA,CGC}$		$U_{RDA,RDQ}$		$U_{RDA,RDA}$		$U_{RDA,RDM}$	$DF_{RDA,CGC}$	$DF_{RDA,RDQ}$	$DF_{RDA,RDA}$
RDM	p	$U_{RDM,CGC}$		$U_{RDM,RDQ}$		$U_{RDM,RDA}$			$DF_{RDM,CGC}$	$DF_{RDM,RDQ}$	$DF_{RDM,RDA}$
CGC	VA	VA_{CGC}									
RDQ	VA			VA_{RDQ}							
RDA	VA					VA_{RDA}					
Conta Satélite		CO ₂		CO ₂		CO ₂					

Figura 1 - A estrutura TUR-MR desse estudo (i = setores de atividade, p = produtos, VA = Valor Adicionado, DF = Demanda Final, CGC = Gold Coast City, RDQ = Resto de Queensland, RDA = Rest da Austrália e RDM = Resto do Mundo)

O objetivo deste estudo é investigar a PC da demanda a nível da cidade (cidade de Gold Coast, Austrália) por "Serviços" e produtos da "Indústria" dentro do território australiano - apontando a responsabilidade do consumidor final na CGC em termos de CO₂ emitido devido a demanda destes produtos.

Para essa finalidade é construído um Mapa de Carbono (MC) da demanda final da CGC e seus componentes: famílias, governo, empresas e variação de estoques. Basicamente, o MC pode ser traduzido como um cálculo das emissões de CO₂ associadas aos produtos e serviços da demanda em um local específico, que em nosso estudo de caso corresponde a CGC. No MC, os valores nas colunas representam as emissões de CO₂ para a produção de cada produto – títulos horizontais ao longo do topo. Tais emissões de CO₂ são chamadas de PC porque são dirigidas a cada setor de atividade e sua respectiva localização em que a emissão do respectivo produto demandado ocorreu - títulos verticais ao longo do lado esquerdo. Estas emissões apenas ocorreram durante a cadeia de fornecimento australiano de produtos e serviços produzidos na CGC, RdQ, RdA e RdM. A partir do MC, identifica-se as emissões associadas a este conjunto de produtos (produzido por esse conjunto de setores de atividade) consumidos na CGC, a quantidade, os setores de atividade associados e as regiões de onde eles vêm.

Como descrito na introdução desse estudo, foi usada a TUR-MR do IELab contendo 4 regiões (CGC, RdQ, RdA e RdM) incluindo a conta satélite de CO₂ de 12 setores de atividade e produtos: “Agricultura”, “Indústria”, “Alimentos”, “Materiais de Construção”, “Bens”, “Eletricidade”, “Água e Esgoto”, “Lixo”, “Transporte”, “Serviços Industriais de Utilidade Pública”, “Serviços Públicos” e “Serviços Privados e Negócios”. O sistema TUR-MR é baseado nas equações 1, 2 e 3, descritas abaixo:

$$TURMR_{i,j} = \begin{pmatrix} T_{84,84} & DF_{84,18} \\ VA_{15,84} & - \end{pmatrix} \quad (1)$$

$$i = 99; j = 102$$

A equação (1) tem 99 linhas porque para cada região há 12 setores de atividade e 12 produtos (mesmos nomes dos setores de atividade). Isso totaliza 24 linhas para cada região. Como são 3 regiões completas há um total de 72. A quarta região é o Resto do Mundo que só tem 12 linhas: 12 setores de produtos. Nesse caso não existem as 12 linhas de setores de atividade, pois as tabelas de recursos não estão disponíveis – matrizes de produção, como mencionado anteriormente. Soma-se então 72 linhas das 3 regiões mais 12 linhas da quarta região, um total de 84. Somado a isso existem 5 linhas de Valor Adicionado para cada uma das 3 regiões (total de 15 linhas para Valor Adicionado). A quarta região (RdM) não possui dados de Valor Adicionado. Por fim, as 84 linhas mais 15 linhas de Valor Adicionado totalizam 99 linhas. A última linha é o vetor das emissões de CO₂, dando um total de 100 linhas.

As colunas apresentam o mesmo padrão para os setores de atividade: total de 84. Adicionado a isso os dados apresentam 6 componentes de Demanda Final para cada uma das 3 regiões (18 colunas de Demanda Final ao todo), totalizando 102 colunas.

$$DFT_{i,j} = DFT_{84,6}^k = F_{84,1}^k + Gov_{84,1}^k + Emp_{84,1}^k + \Delta Est_{84,1}^k \quad (2)$$

$$i = 84; j = 18; k = CGC + RDQ + RDA$$

Na tabela original os componentes Governo e Empresas são divididos em dois componentes (duas colunas), por isso a Demanda Final tem um total de 6 componentes ao invés de 4 como mostra a Equação 2.

$$z_{1,84} = \sum_{i=0}^{77} T_{i,84} + \sum_{i=0}^{15} VA_{i,84} \quad (3)$$

$$i = 1; j = 84;$$

A TUR-MR_{99,102} é a TUR-MR representada na Equação (1); $T_{84,84}$ é a sub-matriz TUR-MR composta por Us e Rs – de todas as regiões selecionadas; $DF_{84,18}$ é sub-matriz TUR-MR composta pelas demandas finais de CGC, RDQ e RDA; DFT é o Total da DF, composta pela soma das partes da DF de cada uma das regiões domésticas consideradas: CGC, RDQ e RDA; F, Gov, Emp e ΔEst são componentes da DF – Famílias, Governo,

Empresas e Variação de Estoque, respectivamente; $VA_{15,84}$ é a sub-matriz TUR-MR composta por um conjunto de matrizes de valor adicionado de cada uma das três regiões: Cidade de Gold Coast, Resto de Queensland e Resto da Austrália e; z é o vetor de oferta total: um vetor linha da soma de T e VA ;

Divide-se cada elemento de T ($t_{i,j}$) por z para estimar a matriz A , que é composta pelos coeficientes técnicos dos setores de atividade. A matriz A é composta pelos elementos $a_{i,j} = t_{i,j}/z_j$:

$$A_{i,j} = \begin{pmatrix} a_{1,1} & \dots & a_{1,84} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{84,1} & \dots & a_{84,84} \end{pmatrix} \quad (4)$$

Cada elemento da matriz A representa o valor produzido de insumo do setor de atividade indicado na linha e consumido pelo setor de atividade indicado na coluna para produzir uma unidade monetária. A matriz A também é conhecida como matriz de coeficientes técnicos diretos enquanto a matriz L descrita abaixo também pode ser chamada de matriz de coeficientes técnicos diretos mais indiretos.

Na Equação (5) abaixo calcula-se a matriz inversa de Leontief, utilizando-se a equação (4).

$$L_{i,j} = (I - A)^{-1} \quad (5)$$

$$i = 84; j = 84$$

onde I é a matriz Identidade com a mesma dimensão de A ;

A matriz A representa o modelo de insumo-produto: ela mostra os insumos necessários para produzir um sapato, por exemplo. Para a produção de um sapato é necessário solas de borracha, então borracha provavelmente é um insumo necessário para sua produção. No entanto para produzir borracha é necessário eletricidade, por exemplo. Isso já um impacto indireto da produção de sapato – englobado na matriz L . Enquanto a matriz A mostra os impactos diretos, a matriz L engloba também os impactos indiretos, como o exemplo dado acima.

Sendo assim a matriz L traça a interdependência entre os setores de atividade e produtos dessas regiões (as englobadas nesse estudo) – mapeando os efeitos intra e interdependentes entre elas.

As próximas equações (6 e 7) descrevem como os multiplicadores de impacto foram calculados. e_j é o vetor de emissões diretas: a conta satélite de CO₂ que foi ilustrada na Figura 1.

Primeiro foi feito o cálculo dos Multiplicadores de Impactos Diretos (MID). Para isso o vetor e foi diagonalizado, ou seja, seus valores foram colocados na diagonal de uma matriz quadrada onde todos os outros elementos são zero. \widehat{e} é o vetor e diagonalizado. O mesmo foi feito com o vetor z – oferta total. \widehat{z} é o vetor z diagonalizado. Na equação (6) MID é o vetor linha dos Multiplicadores de Impactos Diretos. Basicamente na Equação 6 divide-se a quantidade (essa quantidade está em kilotonelada de CO₂) de emissão de CO₂ por setor de atividade pelo total em US\$ ofertado por esse mesmo setor de atividade. Assim calcula-se o total de CO₂ emitido por cada setor de atividade/produto associada a uma unidade monetária. MID é o vetor com esses valores.

$$MID_{i,j} = \widehat{e}_j \widehat{z}_j^{-1} \quad (6)$$

$$i = 1; j = 84$$

Na Equação 7 calcula-se os Multiplicadores de Impacto Total (MIT). Assim, inclui-se a matriz de Leontief (L) que capta também os impactos indiretos. A MIT nada mais é do que a MID diagonalizada multiplicada pela matriz L. \widehat{MID} é a matriz onde os valores de MID foram colocados na diagonal com todos os outros elementos sendo zero. E MIT é a Matriz de Impacto Total. MIT é a matriz de Multiplicadores de Impacto total, ou seja, calcula-se as emissões de CO₂ por setor de atividade levando em conta também os efeitos indiretos englobados pela matriz L.

$$MIT_{i,j} = \widehat{MID}L \quad (7)$$

$$i = 84; j = 84$$

Tanto MID quanto MIT estão em kilotoneladas de CO₂ por US\$.

Os Multiplicadores de Impacto Total medem a incorporação das emissões pela matriz de interdependência, L. Substituindo L por $(I+A^2+A^3+\dots)$, é possível concluir que $(MIT = MID + MID \cdot A + MID \cdot A^2 + MID \cdot A^3 + \dots)$, onde os primeiros dois elementos no lado direito desta equação são relacionados aos efeitos inicial e direto, respectivamente, enquanto o restante $(MID \cdot A^2 + MID \cdot A^3 + \dots)$ corresponde ao efeito indireto (incorporado) (Miller e Blair, 2009).

Voltando ao exemplo dado acima é como se MID e MIDA incluíssem o efeito da borracha utilizada para produzir o sapato e MIDA² incluísse o efeito da eletricidade consumida para produzir a borracha da sola do sapato.

Portanto, o impacto direto (MID) junto com as emissões indiretas (incorporadas) medem o impacto total (MIT), Minx *et al.* (2009) afirmam que é geralmente 1-3 vezes maior que os Multiplicadores de Impactos Diretos para setores de atividade primários, secundários e de transporte, mas podem ser 8 vezes maiores para serviços industriais e de construção

Após o cálculo dos Multiplicadores Indiretos Totais, os valores das emissões de CO₂ por US\$ já foram calculados por setor de atividade. Após isso a matriz MIT deve ser multiplicada pela Demanda Final (DF) para se estudar a Pegada de Carbono do consumo. Como o estudo é focado no consumo final da Cidade de Gold Coast, utiliza-se apenas a Demanda Final desta cidade.

$$MC = MITD\widehat{FT}_{84,1}^{CGC} \quad (8)$$

Multiplicando a matriz MIT por $\widehat{DFT}_{84,1}^{CGC}$ e seus respectivos componentes ($\widehat{HH}_{84,1}^{CGC}$, $\widehat{Gov}_{84,1}^{CGC}$, $\widehat{Emp}_{84,1}^{CGC}$ and $\widehat{HChInvH}_{84,1}^{CGC}$) resulta em 5 Mapas de Carbono (MC) (4 componentes da Demanda Final e um representando a soma dos 4 componentes) - que representam a PC de produtos comprados na CGC. (Figura 1). A TUR-MR apresentava 6 componentes de Demanda Final, mas para os Mapas de Carbono os componentes Gov e Emp que, cada um, era dividido em 2, foram, somados para que houvesse apenas um componente de Governo e um componente de Empresas.

Valores de produtos (linhas) para os setores de atividade (colunas) são nulos. Assim, a PC é apenas representada de setores de atividade (linhas) para produtos (colunas). Isso porque o Mapa é orientado pelos produtos consumidos (coluna) e quantidade de CO₂ associada a sua produção classificada por setores de atividade nas linhas. Nas colunas também estão as regiões onde os produtos foram produzidos, apesar de todos terem sido consumidos na CGC.

Já as regiões nas linhas são as regiões onde as emissões ocorreram – classificadas pelos setores de atividade de cada uma dessas regiões.

O MC é usado de forma compacta, sem as seções onde a PC não é medida. O Mapa final, então, apenas apresenta setores de atividade (linhas) para produtos (colunas).

Como uma medida de simplificação nomea-se o “MC compacto” como MC – com dimensão reduzida de 84x84 (24 setores – setores de atividade e produtos – para cada região exceto o Resto do Mundo – que apenas possui 12 por ausência de dados da matriz de produção) para 48x48 (que são 12 setores de atividade para cada região). A Figura 2 mostra um modelo de cinco diferentes Mapas de Carbono obtidos aplicando essa metodologia: MCT (MC Total), MCF (MC das Famílias), MCGov (MC do Governo), MCEmp (MC das Empresas) e MCVarEst (MC da Variação de Estoque). Para investigar a PC da demanda final de CGC de “Indústria”, “Serviços Industriais de Utilidade Pública”, “Serviços Públicos” e “Serviços Privados e Negócios”, extrai-se as respectivas colunas dessas quatro regiões nos Mapas de Carbono.

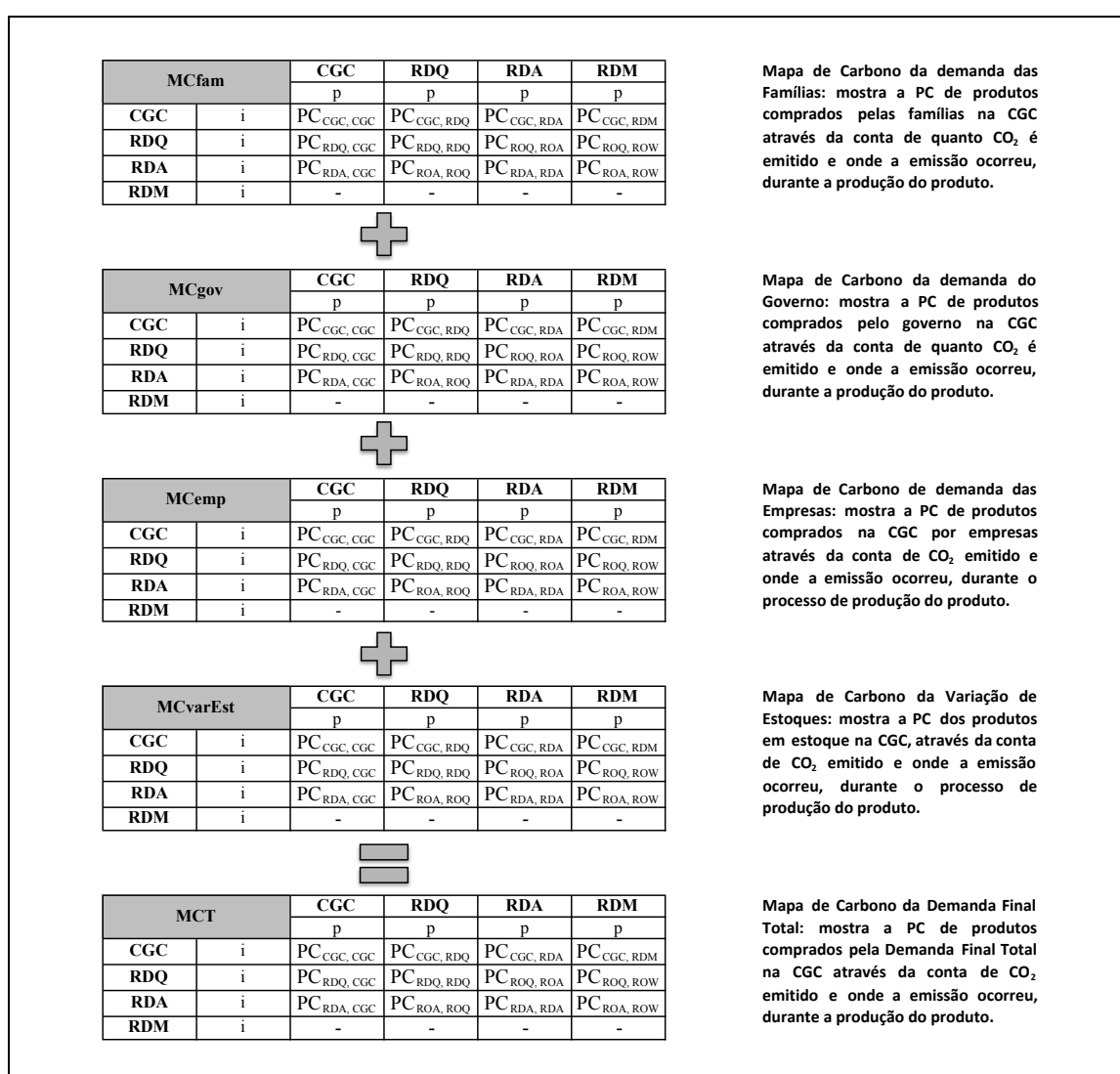


Figura 2 – O conjunto dos MC estimados: “Fam”, “Gov”, “Emp”, “VarEst” e “T”.

A linha do Resto do Mundo não possui dados devido ao problema apresentado no início deste capítulo: a falta de dados das matrizes de recursos do Resto do Mundo.

A coluna da CGC representa os bens comprados pela DFT (ou seus componentes), mas produzidas na CGC. Enquanto o primeiro quadrante de linhas é relativo às emissões ocorridas na região da CGC, durante o processo de produção, o segundo quadrante é relativo às emissões no Resto de Queensland (e assim por diante).

A mesma lógica envolve os blocos das colunas restantes (ou regiões). No caso da segunda colunas, os produtos foram produzidos no Resto de Queensland e consumidos na Cidade de Gold Coast e as emissões realizadas em cada uma das regiões e seus setores de atividade variam nas linhas.

Ao se observar os produtos do RDA (coluna), por exemplo, os valores nas linhas do RDQ e coluna RDA representam as emissões atreladas ao processo de produção de materiais e serviços usados para produzir mercadorias nessa região: RDA. Voltando ao exemplo fictício, nesse caso, o sapato foi produzido no RDA, mas a borracha foi produzida no RDQ e as emissões relacionadas a produção dessa borracha estão representadas por setores de atividade (como eletricidade, por exemplo) onde há RDA na coluna e RDQ nas linhas.

Como simplificação, nesse estudo foca-se no Mapa de Carbono Total, que engloba a soma de todos os componentes da Demanda Final.

Através do Mapa de Carbono pode-se saber quanto de CO₂ foi emitido para produzir os produtos que a demanda final da CGC consumiu; onde a quantidade de CO₂ foi originalmente emitida: a quais regiões e setores de atividade essas emissões pertencem. As respostas dessas questões estão ilustradas pelas figuras – construídas através do dados do Mapa de Carbono - apresentadas no próximo capítulo, que mostram a PC resultante do consumo da demanda final da CGC dos seguintes produtos: “Indústria”, “Serviços Industriais de Utilidade Pública”, “Serviços do Públicos” e “Serviços Privados e Negócios”.

CAPÍTULO II - ANÁLISE DOS RESULTADOS.

II.1 - A organização da apresentação dos resultados

Como mencionado anteriormente o objetivo deste estudo é analisar a pegada de carbono dos serviços e da indústria em uma cidade, identificando o papel das interrelações setoriais intra-cidade e entre regiões. Primeiro analisa-se os resultados dos produtos do setor de atividade “Indústria”. Em seguida os resultados dos serviços, porém a base de dados obtida fornece três setores de atividade para a área de serviços e por isso analisa-se cada um deles: “Serviços Industriais de Utilidade Pública”, “Serviços Públicos” e “Serviços Privados e Negócios”. Os resultados são mostrados na mesma ordem em que os setores de atividade aparecem na Tabela de Usos e Recursos Multi-Regional e nos Mapas de Carbono. Assim, os resultados dos produtos do setor de atividade “Indústria” são os primeiros a serem apresentados, “Serviços Industriais de Utilidade Pública”, os segundos, “Serviços Públicos” os terceiros e “Serviços Privados e Negócios” os últimos.

É importante ressaltar que os resultados mostram a pegada de carbono da demanda final da Cidade de Gold Coast: as emissões de CO₂ que o consumo da cidade provocou. O modelo multi-regional nos permite saber onde essas emissões ocorreram – os produtos foram consumidos na Cidade de Gold Coast, mas emissões relativas a cadeia de suprimento desses produtos foram feitas em outras regiões também. O modelo multi-regional também nos permite saber a quais setores de atividade essas emissões estão relacionadas, em cada uma das regiões onde as emissões aconteceram, mas o consumo aconteceu na Cidade de Gold Coast.

Os resultados apresentam uma “radiografia” da emissão de CO₂ causada pelo consumo da Cidade de Gold Coast no ano de 2009. Esse estudo não tem como objetivo medir efeito de choques na demanda final da Cidade de Gold Coast.

II.2 - A demanda final da Cidade de Gold Coast por produtos do setor de atividade “Indústria”

A Figura 3 mostra a quantidade de CO₂ emitida no território durante a produção de produtos do setor de atividade “Indústria” consumidos pela demanda final da Cidade de Gold

Coast para o ano de 2009. Os lugares onde esses produtos são produzidos também estão indicados na figura. A mesma traz como a Pegada de Carbono está fragmentada pelas partes da demanda final: famílias, governo, empresas e variação de estoques. Todos esses componentes: quantidade de CO₂ emitida no território Australiano, as regiões e os componentes da demanda final aos quais correspondem, podem ser visualizados na Figura 3. A variação de estoques apresenta cerca de -3,22 kt de CO₂ para o ano de 2009 relacionados com o consumo de produtos do setor de atividade “Indústria” na Cidade de Gold Coast, mas produzidos no Resto do Mundo. Uma explicação razoável para um resultado negativo de emissões de CO₂ relativo a variação de estoque seria que essa quantidade de CO₂ foi emitida durante o processo de produção de produtos do setor de atividade “Indústria” em anos anteriores. Como uma porção desses produtos ainda não havia sido consumida até o ano 2009 por alguma razão, alguns estoques ficaram acumulados. Então a demanda por produtos do setor de atividade “Indústria” foi atendida por produtos já produzidos no passado, evitando que o setor de atividade “Indústria” produzisse mais produtos e apresentasse essa quantidade de emissão de CO₂ em 2009. É importante ressaltar que na Figura 3 todos os produtos foram *consumidos* na Cidade de Gold Coast.

Por exemplo, a coluna referente ao Resto de Queensland (RdQ) se refere aos produtos *consumidos* na Cidade de Gold Coast que foram produzidos no Resto de Queensland – porque nem todos os produtos consumidos na Cidade de Gold Coast foram produzidos na própria cidade. Essa coluna apresenta 9,80 kt de CO₂: essa quantidade representa as emissões de CO₂ relacionadas ao consumo desses produtos na Cidade de Gold Coast, porém produzidos no Resto de Queensland. A coluna também mostra por cores quais componentes da Demanda Final da Cidade de Gold Coast foram responsáveis por quanto desse total de emissões.

Dessa quantidade, 2,13; 5,00; 2,28 e 0,38 são respectivamente relacionados a famílias, empresas, variação de estoques e governo. Também se pode ressaltar que o componente responsável pela maior emissão é o das empresas e de produtos produzidos no Resto da Austrália, com a emissão de 75,66 kt de CO₂.

A Figura 3 ilustra a Pegada de Carbono do consumo da Cidade de Gold Coast dividida por onde os produtos foram produzidos. A soma de total as colunas é o valor absoluto da Pegada de Carbono da Cidade de Gold Coast (consumo dos produtos do setor de atividade Indústria”).

Talvez se todos os produtos fossem produzidos na própria Cidade de Gold Coast, a Pegada de Carbono fosse menor – porque as emissões de CO₂ relacionadas ao transporte seriam reduzidas. Não é possível confirmar isso, porque muitas variáveis poderiam ser alteradas: os coeficientes técnicos de produzir todos os produtos na Cidade de Gold Coast poderiam ser diferentes ou a matriz energética da cidade ser mais intensiva em emissão de CO₂ do que a das outras regiões – este último poderia aumentar a Pegada de Carbono ao invés de diminuir.

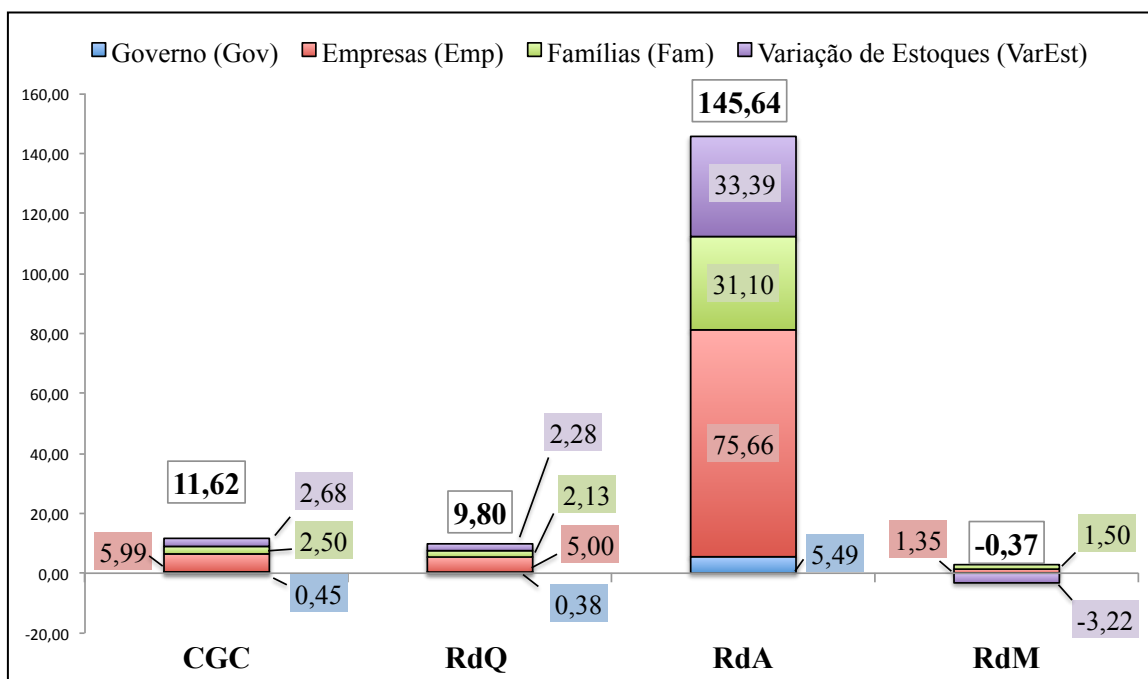


Figura 3 – A Pegada de Carbono (PC) da demanda final da Cidade de Gold Coast – durante a produção dos produtos do setor de atividade “Indústria”, produzidos por cada uma das quatro regiões avaliadas.

É claro que um produto produzido numa determinada região pode ter sido produzido utilizando-se matérias-primas ou outros produtos que foram produzidos em outras regiões e por isso analisa-se a cadeia de suprimentos dos produtos do setor de atividade “Indústria” produzidos em cada uma das regiões. Por exemplo, um sapato consumido na Cidade de Gold Coast e produzido no Resto da Austrália pode ter sido produzido utilizando uma sola de borracha feita no Resto do Mundo, e a produção desta sola de borracha também causou emissão de CO₂. São as emissões indiretas relacionadas ao sapato. Como ilustrado na Figura 3, a Cidade de Gold Coast teve 11,62 kt de emissão de CO₂ para os produtos do setor de atividade “Indústria” consumidos e comprados na Cidade de Gold Coast. Essas emissões no entanto podem ter sido realizadas em outras regiões fora da Cidade de Gold Coast. A Figura 4 ilustra a porcentagem desse total que foi emitida em cada região. Assim, 74% do total de

11,62 kt foi emitida na própria Cidade de Gold Coast, enquanto que o resto foi emitido em outras regiões, durante a cadeia de suprimentos dos produtos do setor de atividade “Indústria” que foram consumidos e produzidos na Cidade de Gold Coast.

A Figura 4 abaixo se refere *apenas* a primeira coluna da Figura 1, ou seja, aos 11,62 kt de CO₂ emitidos por produtos consumidos e produzidos na Cidade de Gold Coast. Como a cadeia de suprimento desses produtos pode ter envolvido produção de insumos (que por sua vez causam emissões de CO₂) em outras regiões, as emissões relacionadas ao consumo desses produtos foram realizadas em diferentes regiões (não só na Cidade de Gold Coast, onde os produtos foram consumidos), como ilustrado na Figura 4.

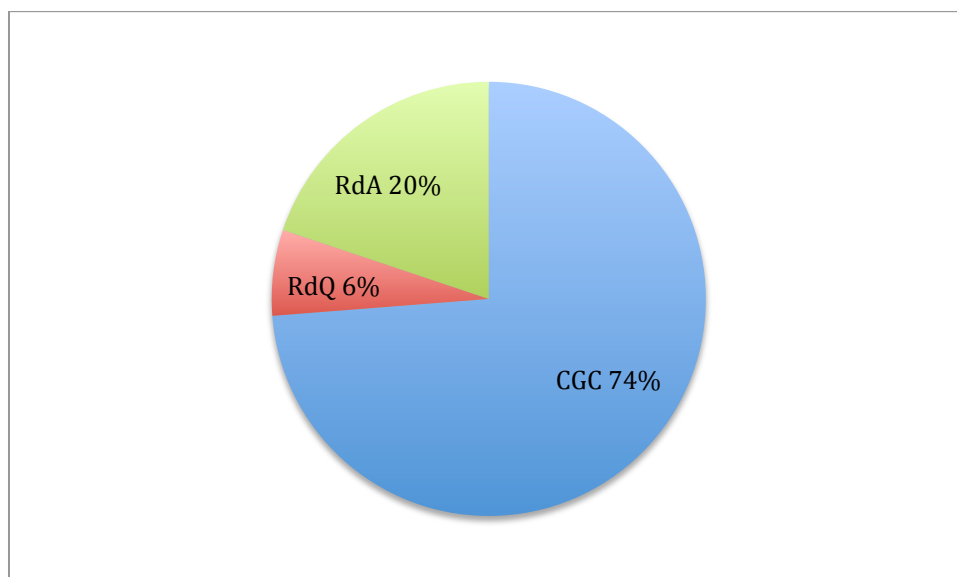


Figura 4 - Mapeando a Pegada de Carbono dos produtos do setor de atividade "Indústria" produzidos e consumidos na Cidade de Gold Coast

Também é possível saber a quais indústrias essas emissões estão relacionadas. Assim, as emissões que ocorreram na Cidade de Gold Coast, Resto da Austrália e Resto de Queensland estão representadas pelas indústrias nas: Figura 5, Figura 6 e Figura 7. Os setores de atividade com 0% de emissões não aparecem nas figuras.

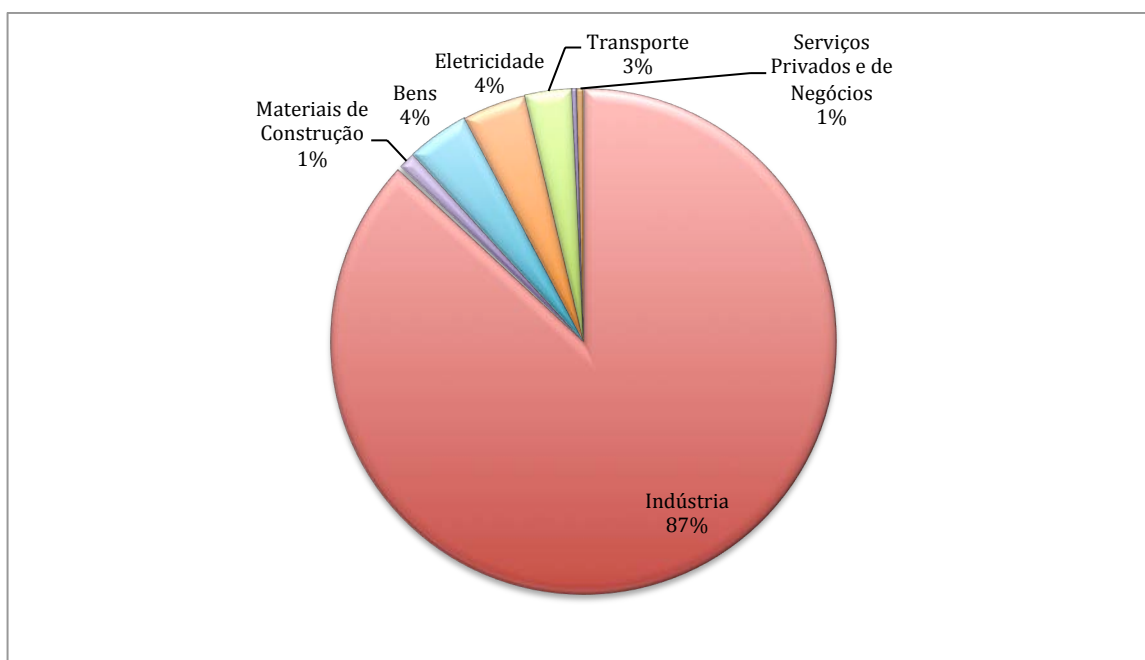


Figura 5 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões na Cidade de Gold Coast causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Indústria” produzidos e consumidos na Cidade de Gold Coast.

Na Figura 5 pode-se observar que na Cidade de Gold Coast a maior parte das emissões são relacionadas à própria Indústria, o que é de se esperar, pois durante a produção de um produto do setor de atividade “Indústria” provavelmente utiliza-se outros produtos deste mesmo setor de atividade.

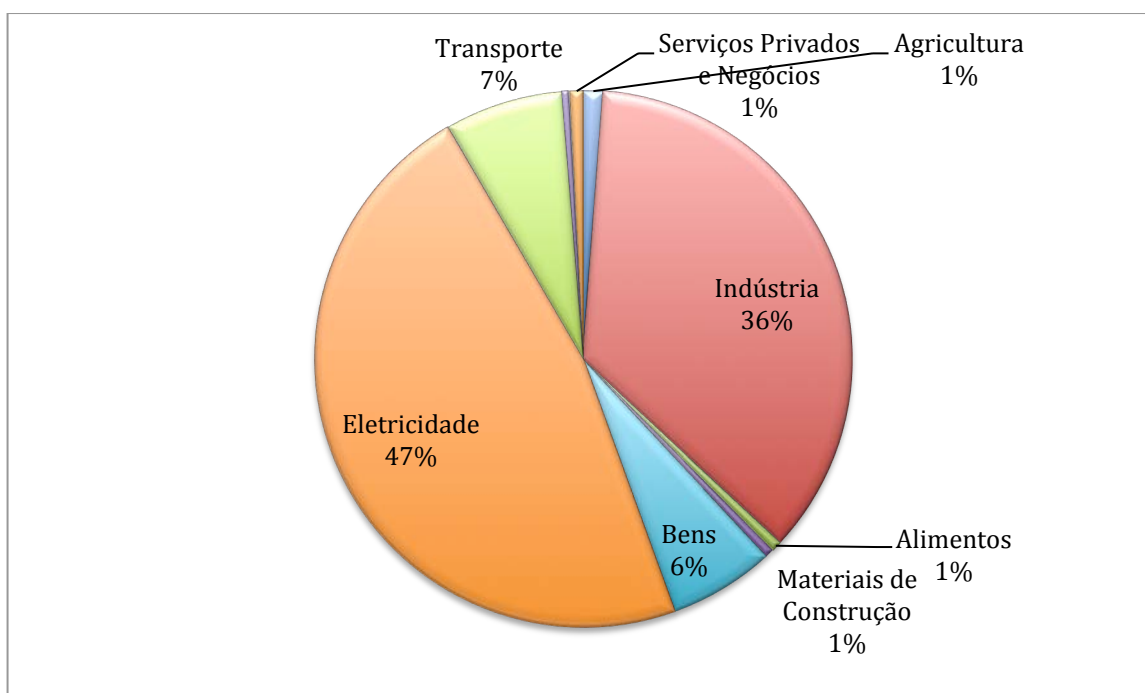


Figura 6 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto de Queensland causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Indústria” produzidos e consumidos na Cidade de Gold Coast.

Já no Resto de Queensland, como mostra a Figura 6, os setores de atividade mais associados com as emissões de CO₂ são “Indústria” e “Eletricidade”.

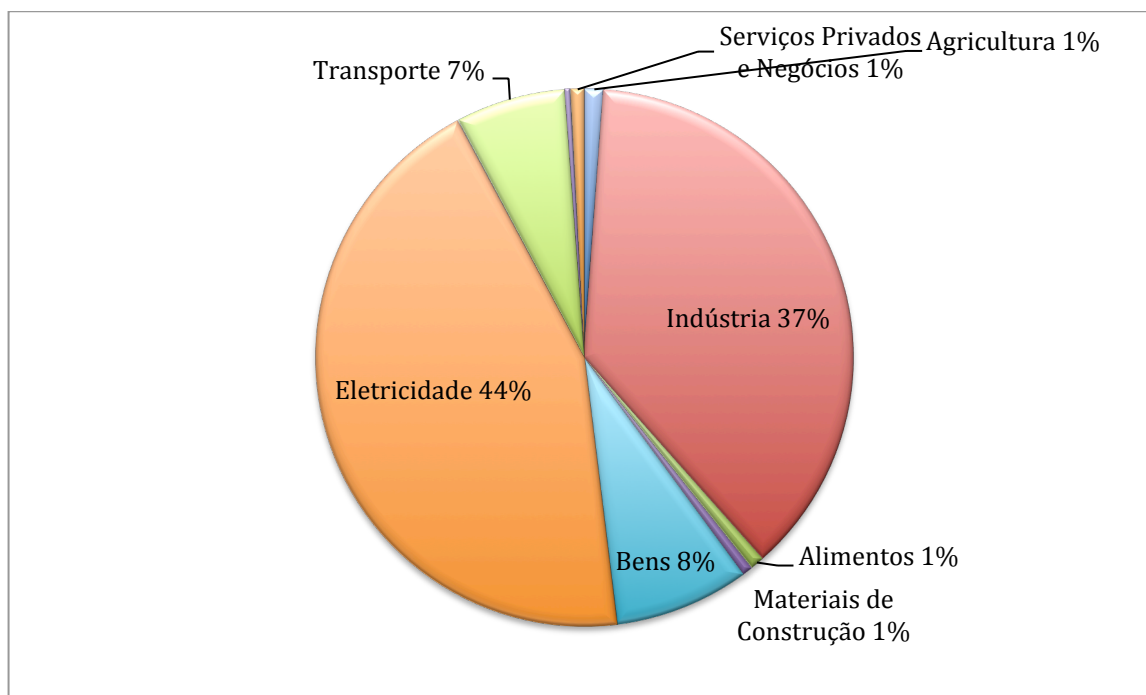


Figura 7 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto da Austrália causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Indústria” produzidos e consumidos na Cidade de Gold Coast.

No Resto da Austrália o padrão das emissões é parecido com o do Resto de Queensland, sendo os dois setores de atividade mais intensivos em emissões de CO₂: “Eletricidade” e “Indústria”. Como ilustrado na Figura 3 o consumo de produtos do setor de atividade “Indústria” na Cidade de Gold Coast que foram produzidos no Resto de Queensland foi responsável pela emissão de 9,80 kt de CO₂. A Figura 8 mostra a Pegada de Carbono desses 9,80 kt de CO₂, ou seja, em quais regiões essas emissões ocorreram.

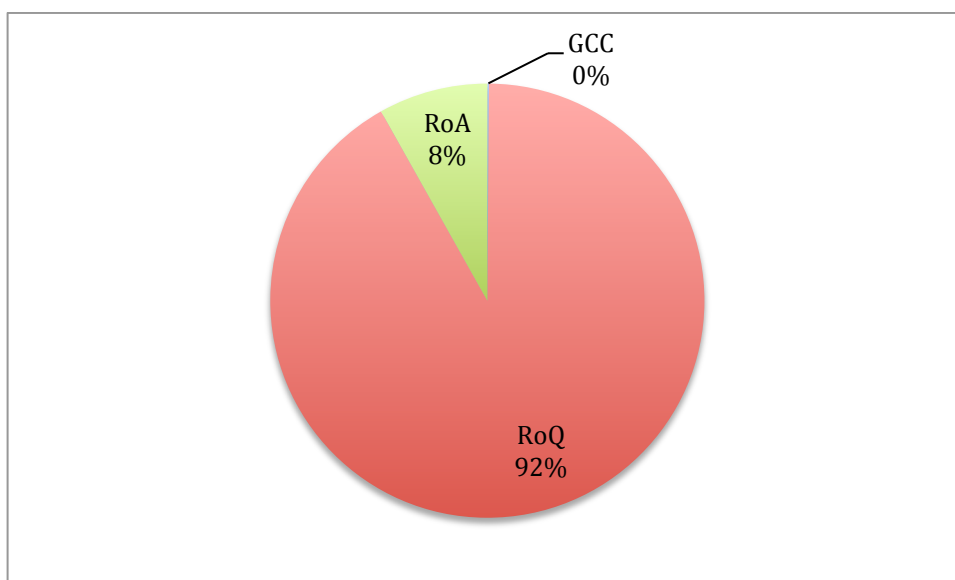


Figura 8 - Mapeando a Pegada de Carbono dos produtos do setor de atividade "Indústria" consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto de Queensland

Como ilustrado na Figura 8, 92% desses 9,80 kt de CO₂ foram emitidos no Resto de Queensland, onde os produtos foram produzidos. Não houve emissões na Cidade de Gold Coast. Das emissões no Resto de Queensland, 71% foram relacionadas ao setor de atividade "Indústria", como mostra a Figura 9.

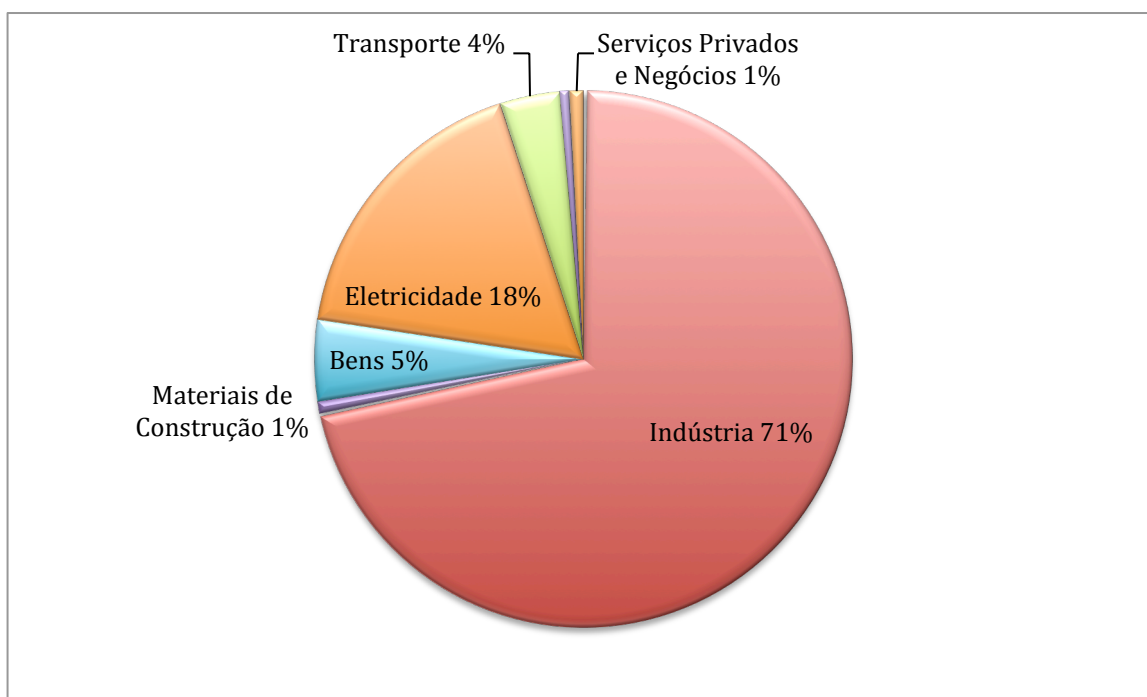


Figura 9 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto da Austrália causadas pela produção de produtos do setor de atividade "Indústria" consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto de Queensland.

Já no Resto da Austrália o setor de atividade “Eletricidade” mostra grande participação na emissão de CO₂ dos produtos do setor de atividade “Indústria” produzidos no Resto de Queensland e consumidos na Cidade de Gold Coast. Este setor de atividade apresenta 22% de participação nas emissões de CO₂ e o próprio setor de atividade indústria, 40%, conforme mostra a Figura 10.

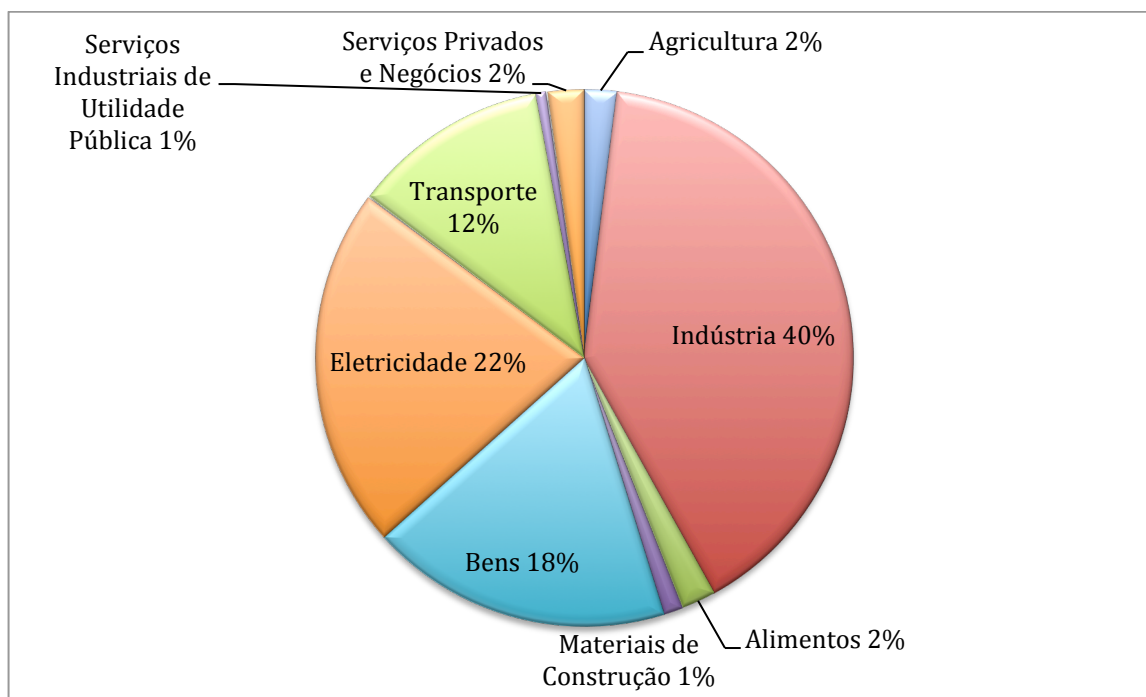


Figura 10 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto da Austrália causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Indústria” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto de Queensland.

Retornando à Figura 3, 145,64 kt de CO₂ foram emitidos devido a produção de produtos do setor de atividade “Indústria” no Resto da Austrália que foram consumidos na Cidade de Gold Coast. Desse total, a Figura 11 mostra a proporção que foi emitida em cada uma das regiões estudadas. Assim, na própria Cidade de Gold Coast a emissão foi de 0%. E a maior parte das emissões foi no Resto da Austrália, indicando que grande parte da produção desses produtos foi feita fora do estado.

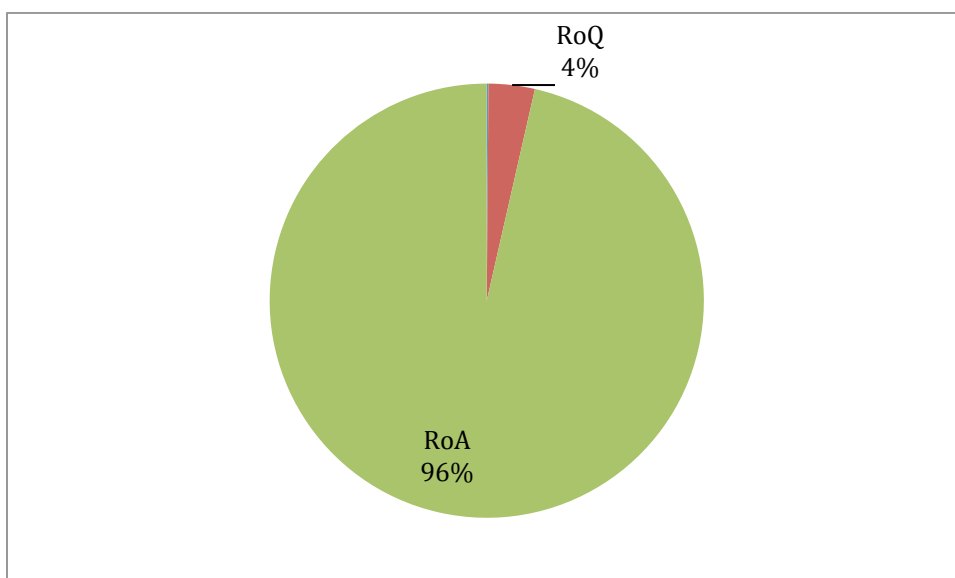


Figura 11 - Mapeando a Pegada de Carbono dos produtos do setor de atividade "Indústria" consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto da Austrália

Dos 4% de emissões no Resto de Queensland, pode-se avaliar a quais setores de atividade estas estavam relacionadas. A Figura 12 mostra participação dos setores de atividade nessas emissões.

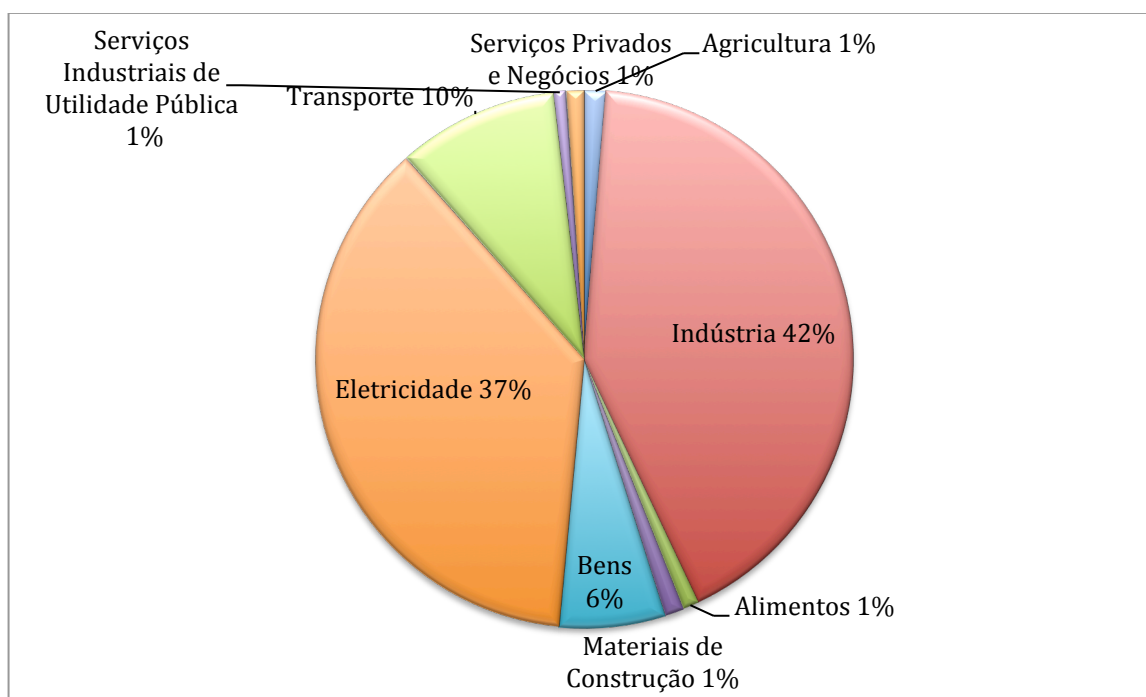


Figura 12 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto de Queensland causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Indústria” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto da Austrália.

A Figura 12 mantém o padrão desses produtos: o de alta emissões de CO₂ principalmente nos setores de atividade “Eletricidade” e “Indústria”. A maioria das emissões

ocorreram no Resto da Austrália, onde os produtos foram produzidos. A Figura 13 ilustra a participação do setores de atividade nessas emissões geradas no Resto da Austrália.

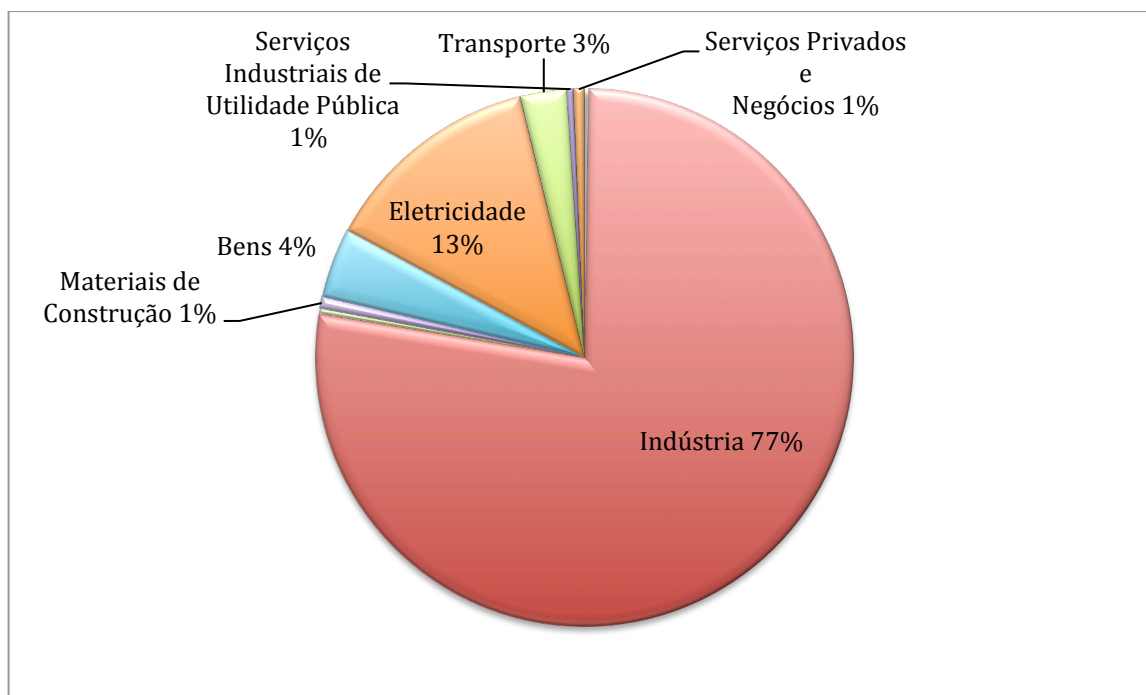


Figura 13 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto da Austrália causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Indústria” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto da Austrália.

Voltando à Figura 3, -0,37 kt de CO₂ foram emitidos devido a produtos do setor de atividade “Indústria” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto do Mundo. Conforme já explicado anteriormente este resultado ocorreu devido ao estoque guardado de anos anteriores. Assim, essas emissões já ocorreram e no ano de 2009 é como se essas emissões deixassem de ser feitas, pois os produtos já estão em estoque. Como nesse caso é como se as emissões já tivessem ocorridas não avalia-se as regiões e indústrias a que correspondem, pois o mais adequado seria avaliar com os dados dos anos anteriores, quando as emissões realmente ocorreram, e não do ano de 2009 que é o ano deste estudo, pois neste ano os produtos já estavam no estoque ao invés de serem produzidos.

II.3 - A demanda final da Cidade de Gold Coast por produtos do setor de atividade “Serviços Públicos”

Agora avalia-se o primeiro setor de atividade do conjunto Serviços que será avaliado neste estudo. Conforme mencionado anteriormente, Serviços englobam 3 setores de atividade no modelo de dados utilizado neste estudo. Esta seção aborda o primeiro deles: Serviços Públicos. A Figura 14 mostra a quantidade de kt de CO₂ emitida por produtos do setor de

atividade “Serviços Públicos” que foram consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos em cada uma das áreas englobadas no estudo: Cidade de Gold Coast, Resto de Queensland, Resto da Austrália e Resto do Mundo.

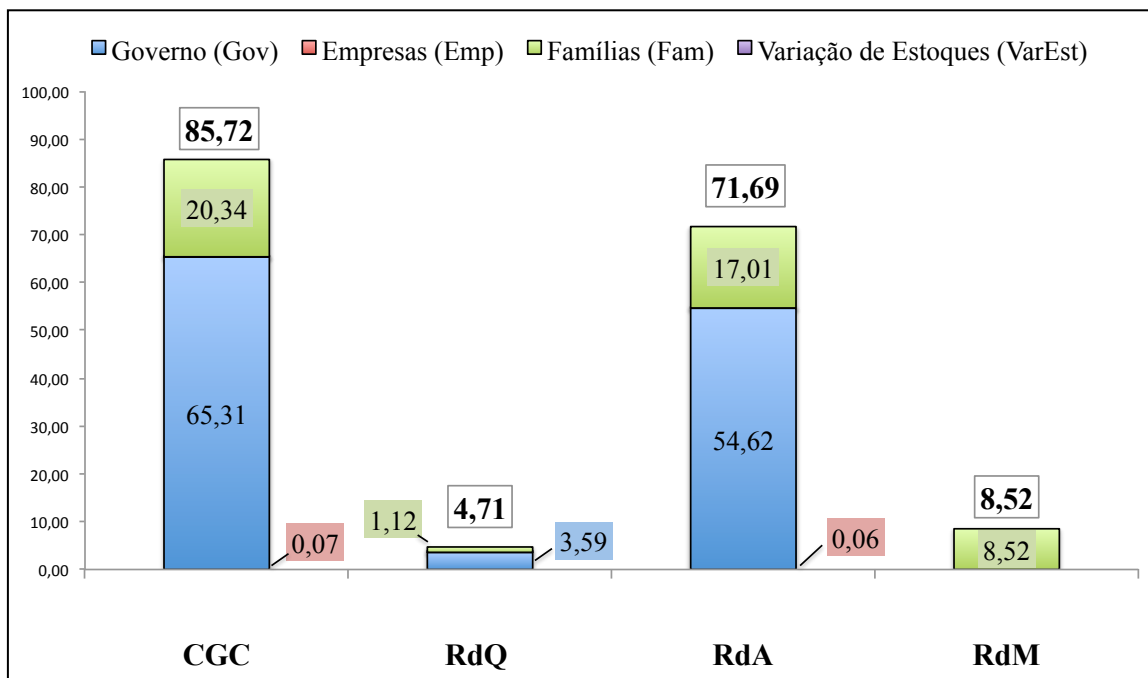


Figura 14 - A Pegada de Carbono (PC) da demanda final da Cidade de Gold Coast – durante a produção dos produtos do setor de atividade “Serviços Públicos”, produzidos por cada uma das quatro regiões avaliadas.

Na Figura 14 pode-se observar que o maior consumidor de Serviços Públicos é o próprio governo. Os produtos do setor de atividade “Serviços Públicos” consumidos e produzidos na Cidade de Gold Coast geraram a emissão de 85,72 kt de CO₂. A porcentagem emitida em cada região pode ser visualizada na Figura 15.

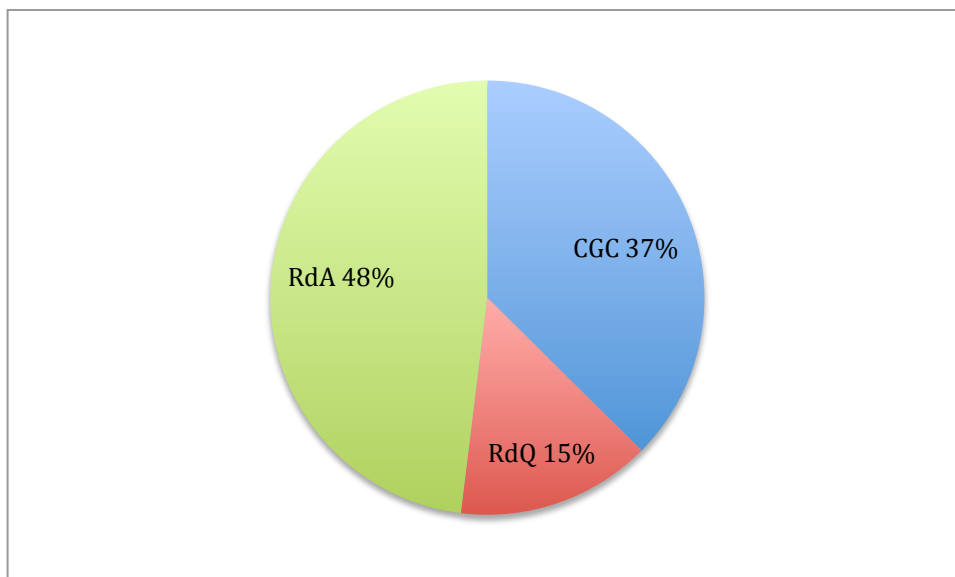


Figura 15 - Mapeando a Pegada de Carbono dos produtos do setor de atividade "Serviços Públicos" consumidos e produzidos na Cidade de Gold Coast

Das emissões realizadas dentro da própria Cidade de Gold Coast, para os produtos consumidos e produzidos na própria cidade, a maioria foi relacionada ao setor de atividade “Bens”, seguida pelo setor de atividade de “Transporte”, o que é esperado para um setor de atividade “Serviços” – ao contrário dos resultados encontrados para “Indústria” (Figura 16).

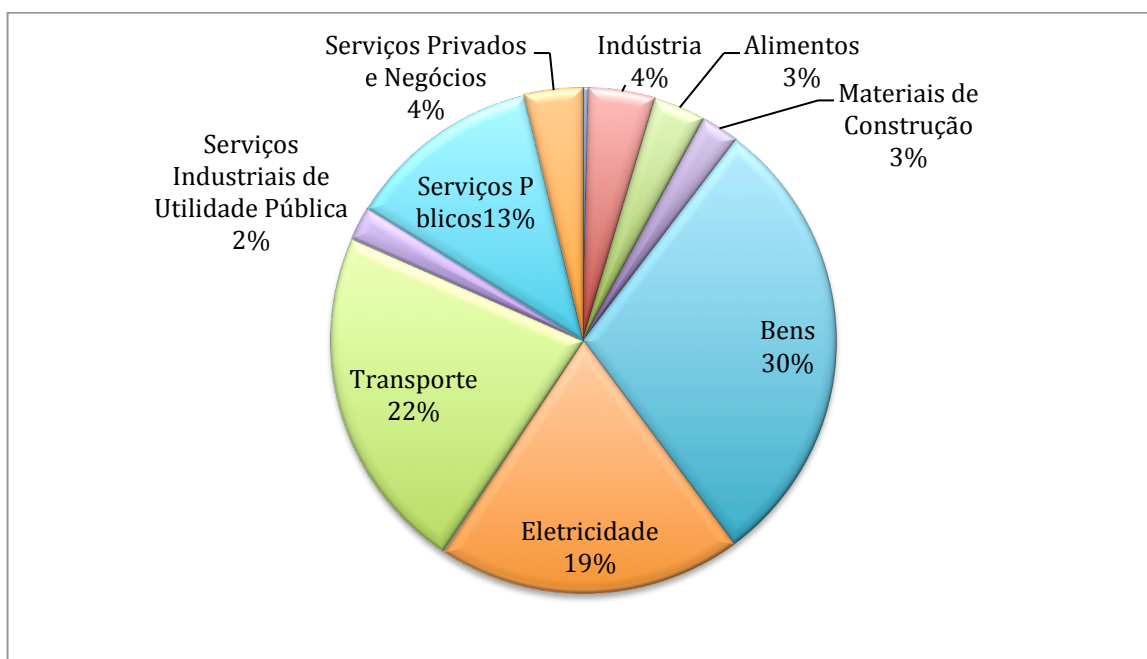


Figura 16 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões na Cidade de Gold Coast causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Públicos” consumidos e produzidos na Cidade de Gold Coast.

Das emissões no Resto de Queensland os setores de atividade “Indústria” e “Eletricidade” voltam a ganhar importância na emissão de CO₂ provavelmente pela produção de produtos

necessários a certos serviços públicos que foram consumidos na Cidade de Gold Coast, mas vieram do Resto de Queensland – conforme mostra a **Figura 17**.

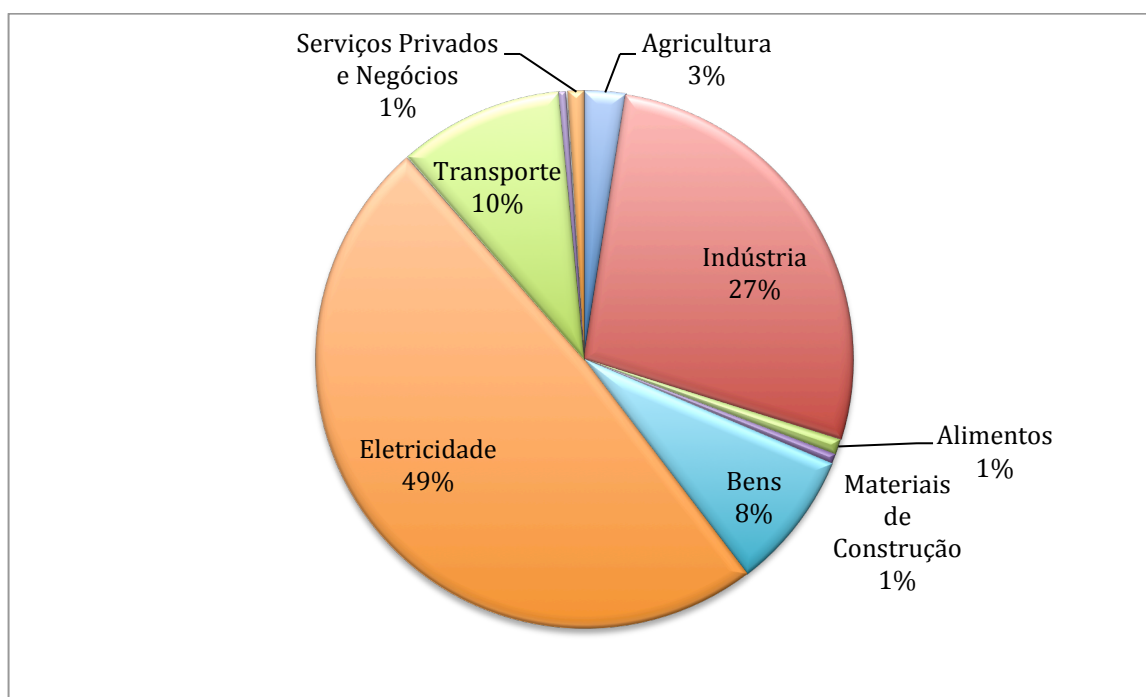


Figura 17 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto de Queensland causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Públicos” consumidos e produzidos na Cidade de Gold Coast.

O mesmo ocorre para as emissões ocorridas no Resto da Austrália, que pode ser visualizado na **Figura 18**. O padrão de distribuição das emissões de CO₂ é parecido com o do Resto de Queensland, pela mesma razão.

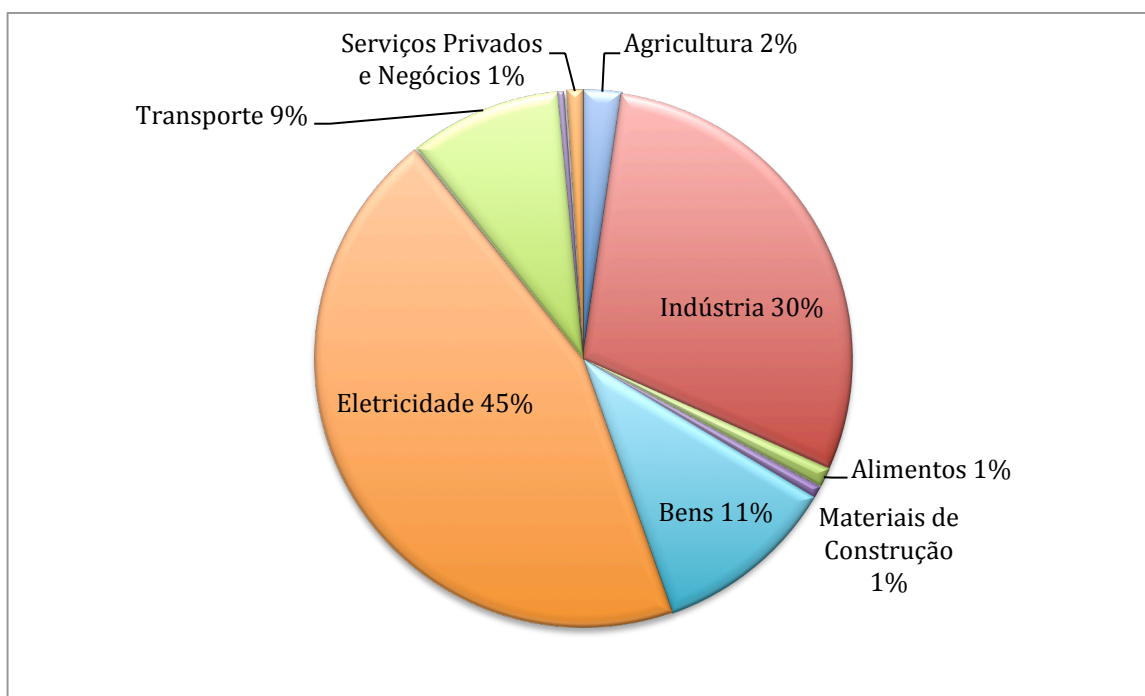


Figura 18 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto da Austrália causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Públicos” consumidos e produzidos na Cidade de Gold Coast.

A Figura 14 mostra que 4,71 kt de CO₂ foram emitidos devido a produtos do setor de atividade “Serviços Públicos” produzidos no Resto de Queensland e consumidos na Cidade de Gold Coast. A porcentagem de emissão de CO₂ feita em cada região pode ser visualizada na **Figura 19**.

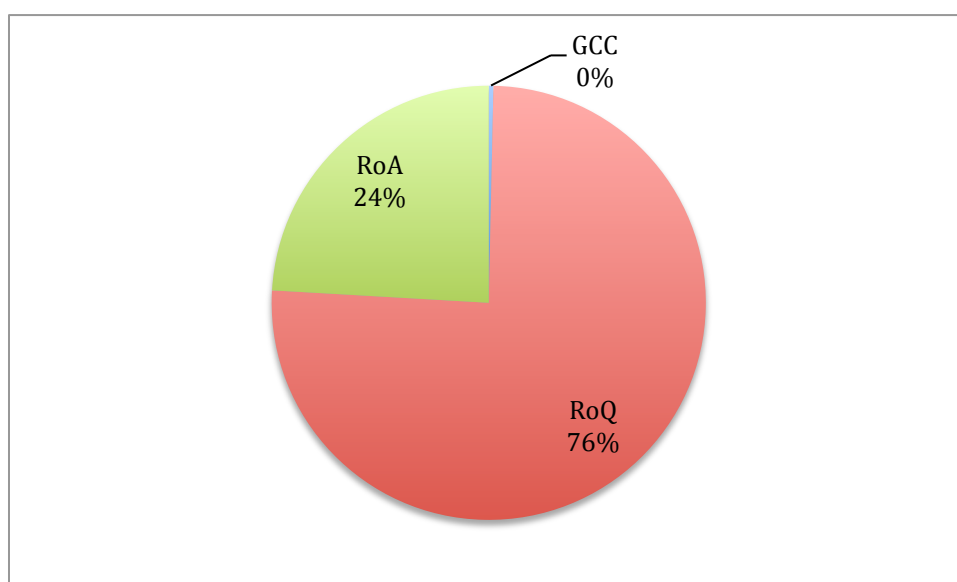


Figura 19 - Mapeando a Pegada de Carbono dos produtos do setor de atividade "Serviços Públicos" consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto de Queensland.

Na Cidade de Gold Coast não houve emissão de CO₂. No Resto de Queensland e no Resto da Austrália as emissões são divididas pelo setores de atividade da economia conforme ilustrado nas: **Figura 20** e **Figura 21**, sendo os setores de atividade com maior intensidade de emissão de CO₂: “Indústria”, “Bens”, “Transporte” e “Eletricidade”.

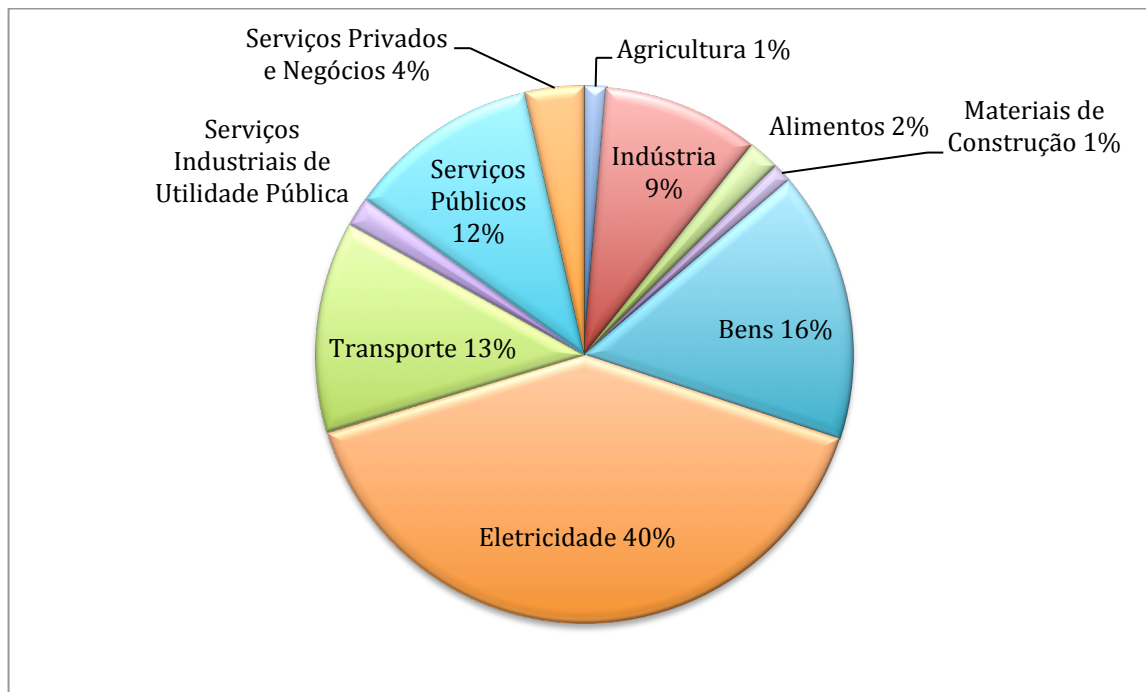


Figura 20 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto de Queensland causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Públicos” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto de Queensland.

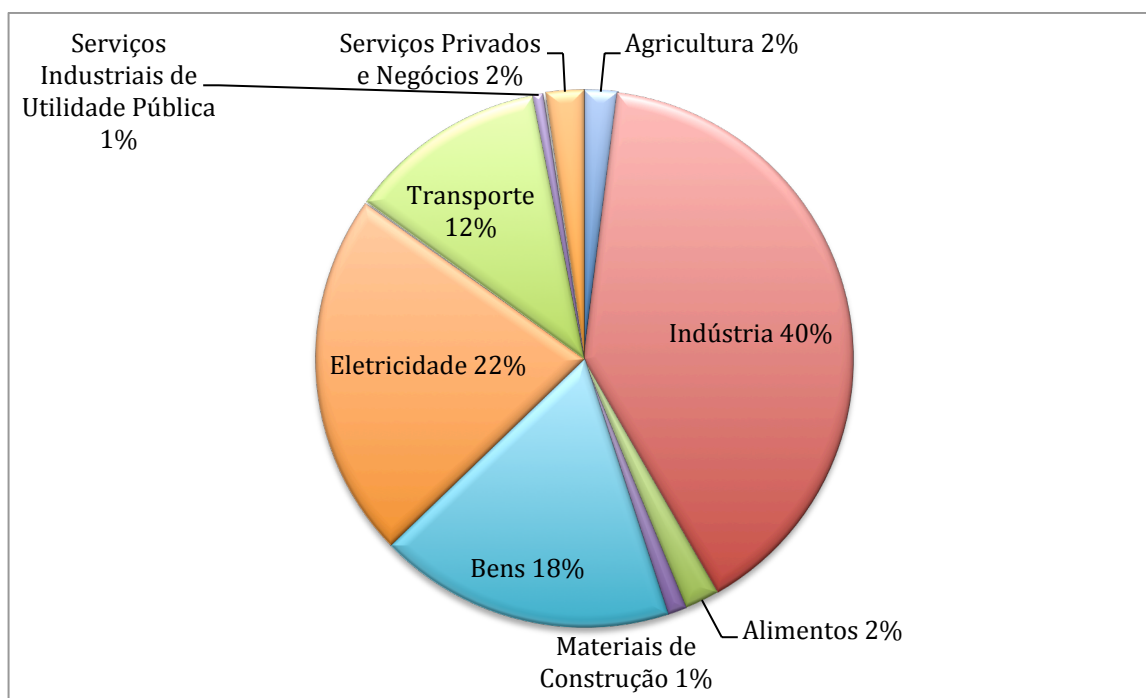


Figura 21 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto da Austrália causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Públicos” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto de Queensland.

Na Figura 14 observa-se que 71,69 kt de CO₂ foram emitidos na produção de produtos de setor de atividade “Serviços Públicos” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto da Austrália. A porcentagem dessa quantidade emitida em cada região pode ser visualizada na **Figura 22**.

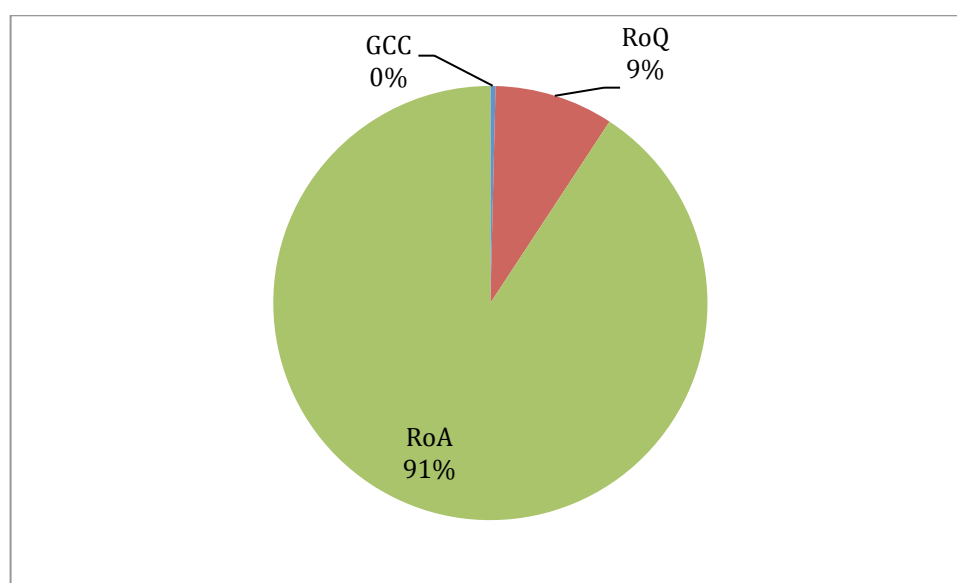


Figura 22 - Mapeando a Pegada de Carbono dos produtos do setor de atividade "Serviços Públicos" consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto da Austrália.

Na Cidade de Gold Coast não houve emissão de CO₂. Nas outras duas regiões, os setores de atividade associados com essas emissões podem ser visualizados nas **Figura 23** e **Figura 24** – junto com a respectiva porcentagem.

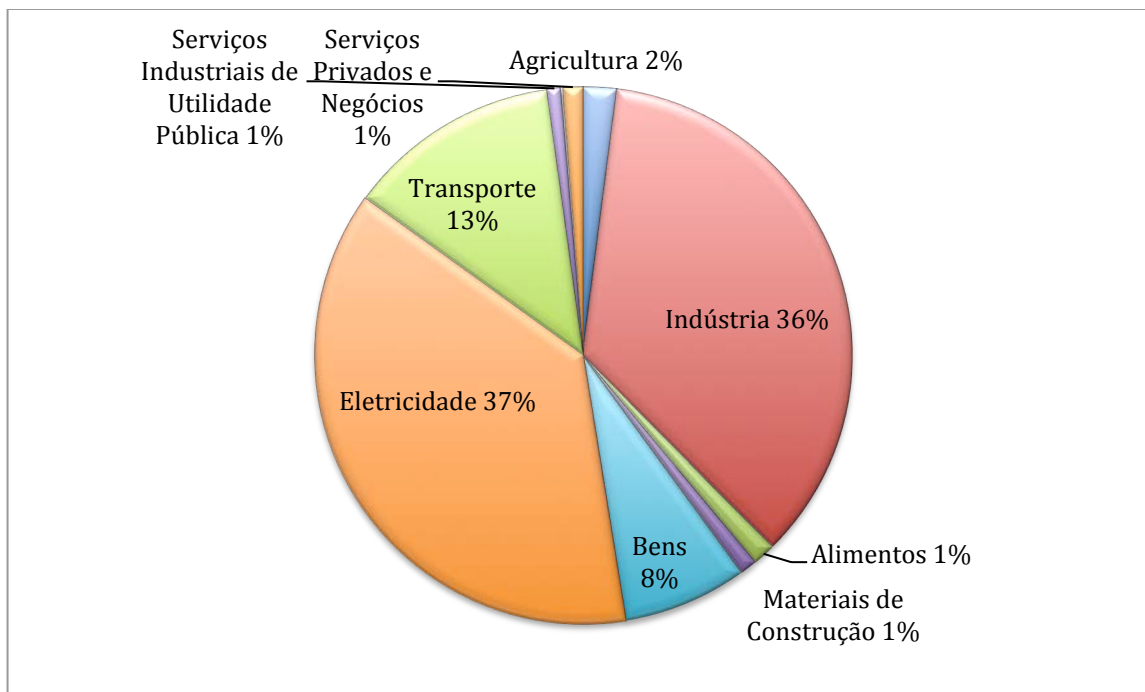


Figura 23 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto de Queensland causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Públicos” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto da Austrália.

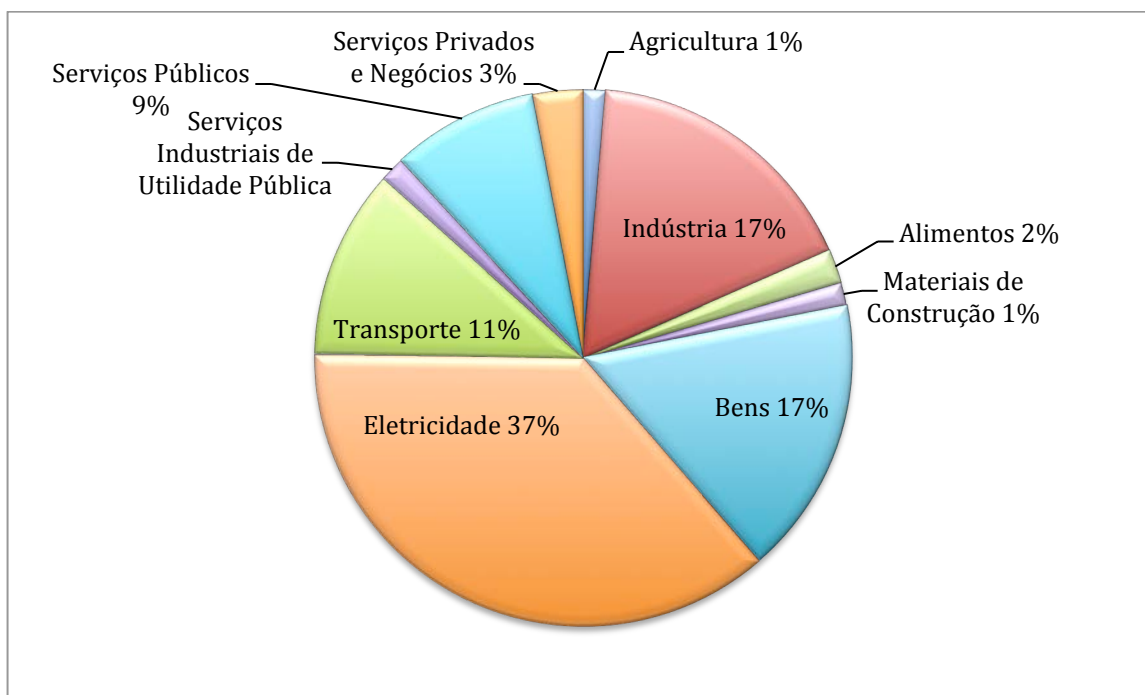


Figura 24 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto da Austrália causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Públicos” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto da Austrália.

Na Figura 14 pode-se ver que 8,52 kt de CO₂ foram emitidos durante a produção de produtos do setor de atividade “Serviços Públicos” produzidos no Resto do Mundo e consumidos na Cidade de Gold Coast. A porcentagem emitida em cada região pode ser visualizada na **Figura 25**.

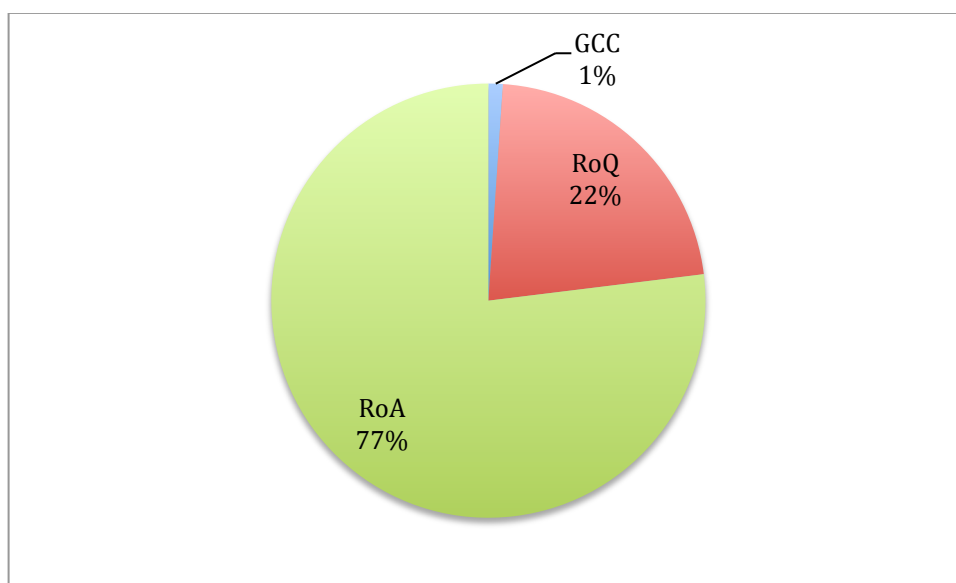


Figura 25 - Mapeando a Pegada de Carbono dos produtos do setor de atividade "Serviços Públicos" consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto do Mundo.

As **Figura 26**, **Figura 27** e **Figura 28** mostram os setores de atividade responsáveis pelas emissões e suas participações - em cada uma das regiões do estudo - para os produtos produzidos no Resto do Mundo e consumidos na Cidade de Gold Coast.

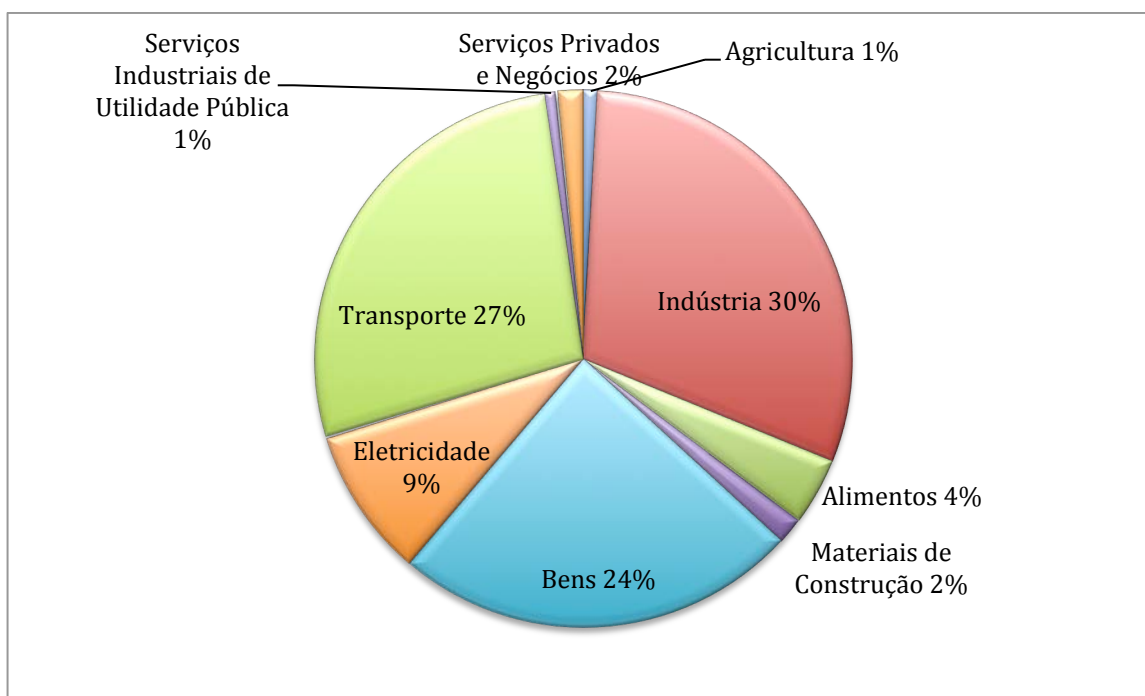


Figura 26 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões na Cidade de Gold Coast causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Públicos” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto do Mundo.

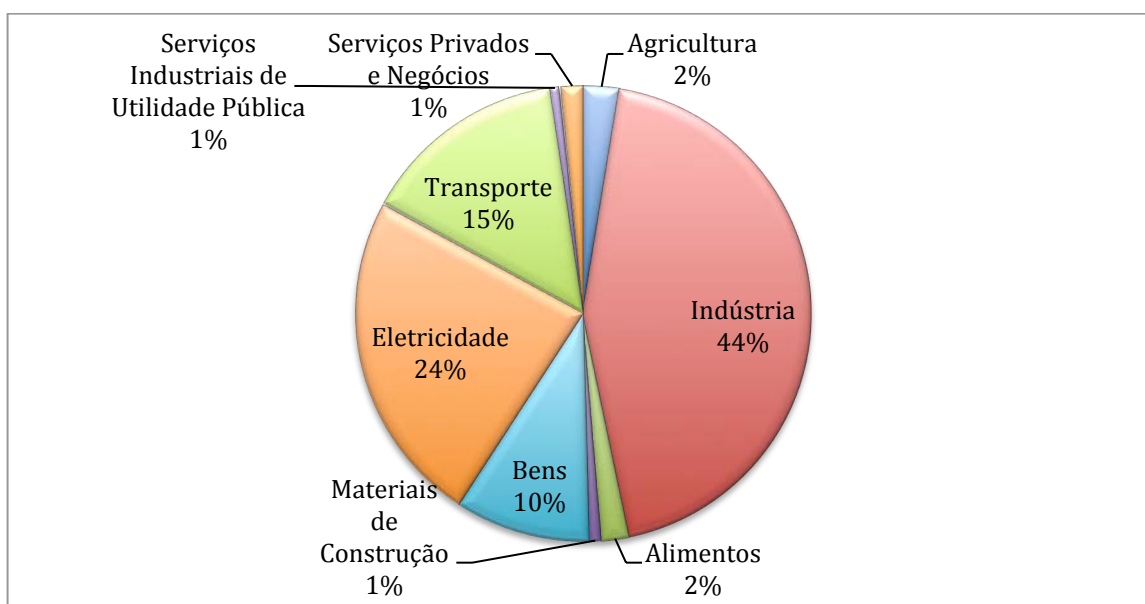


Figura 27 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto de Queensland causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Públicos” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto do Mundo

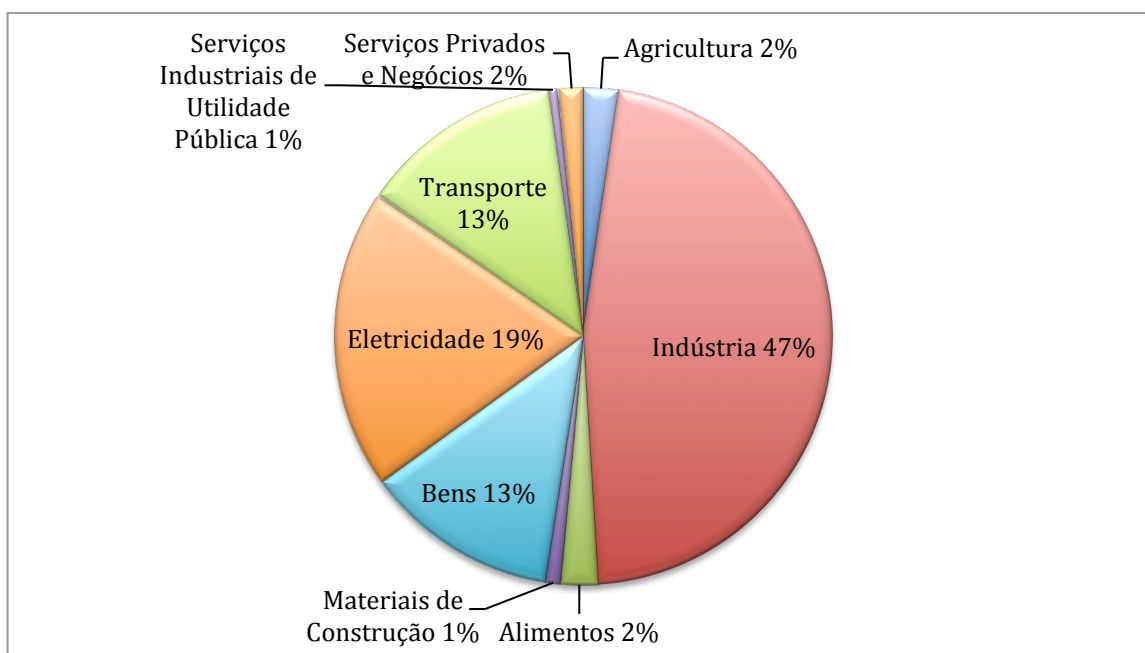


Figura 28 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto da Austrália causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Públicos” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto do Mundo.

Novamente, os setores de atividade “Indústria”, “Eletricidade”, “Transporte” e “Bens” são os com maior porcentagem na emissão de CO₂.

II.4 - A demanda final da Cidade de Gold Coast por produtos do setor de atividade “Serviços Industriais de Utilidade Pública”

A **Figura 29** mostra a emissão de CO₂ decorrente da demanda final – dividida pelos seus componentes – da Cidade de Gold Coast por produtos do setor de atividade “Serviços Industriais de Utilidade Pública”.

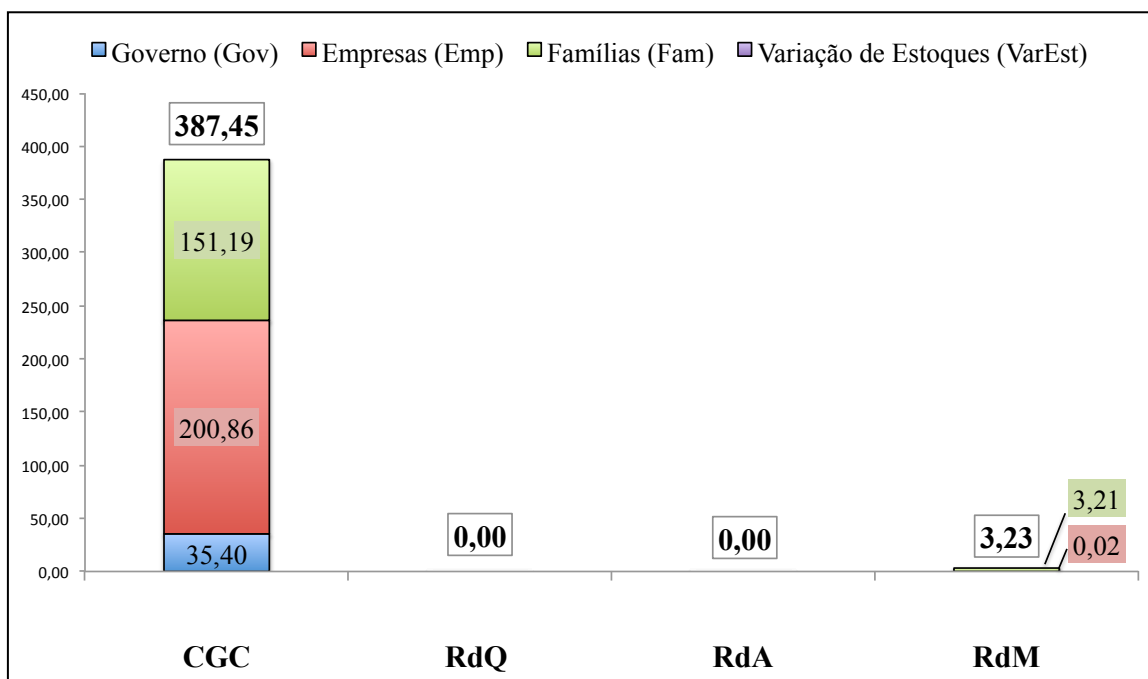


Figura 29 - A Pegada de Carbono (PC) da demanda final da Cidade de Gold Coast – durante a produção dos produtos do setor de atividade “Serviços Industriais de Utilidade Pública”, produzidos por cada uma das quatro regiões avaliadas.

As regiões na **Figura 29** indicam onde o produto foi produzido, apesar do consumo ter ocorrido na Cidade de Gold Coast. Assim, apenas os produtos que foram produzidos no Resto do Mundo e na própria Cidade de Gold Coast causaram emissões de CO₂. Isso provavelmente ocorreu porque não houve produtos deste setor de atividade produzidos no Resto de Queensland e no Resto da Austrália e consumidos na Cidade de Gold Coast.

A **Figura 30** foca nos produtos consumidos e produzidos na Cidade de Gold Coast – representado pela primeira coluna da **Figura 29**. Mas na **Figura 30** mapea-se a em quais regiões essas emissões foram realizadas.

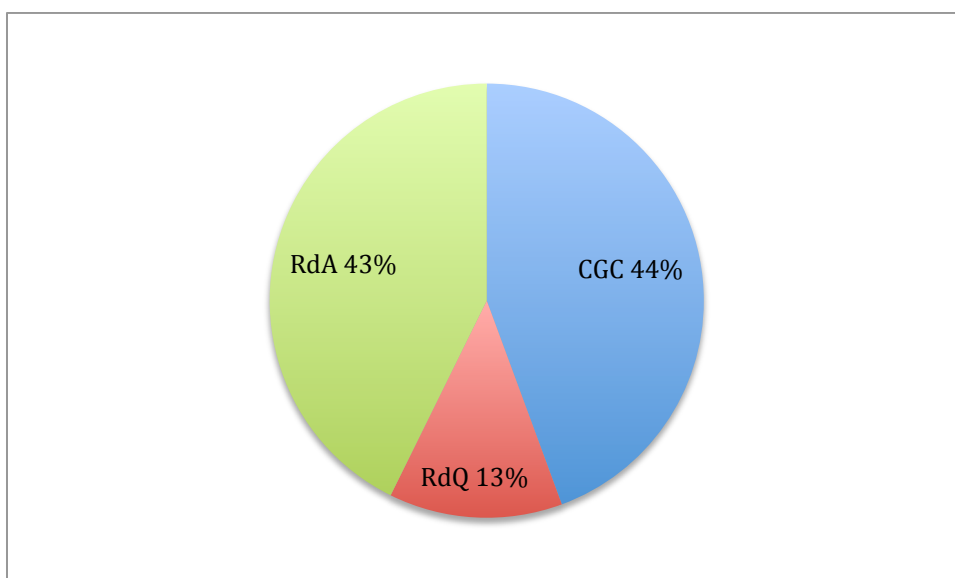


Figura 30 - Mapeando a Pegada de Carbono dos produtos do setor de atividade "Serviços Industriais de Utilidade Pública" produzidos e consumidos na Cidade de Gold Coast.

As Figuras Figura 31, Figura 32 e Figura 33 mostra-se a que setores de atividade essas emissões estão relacionadas em cada uma das regiões do estudo.

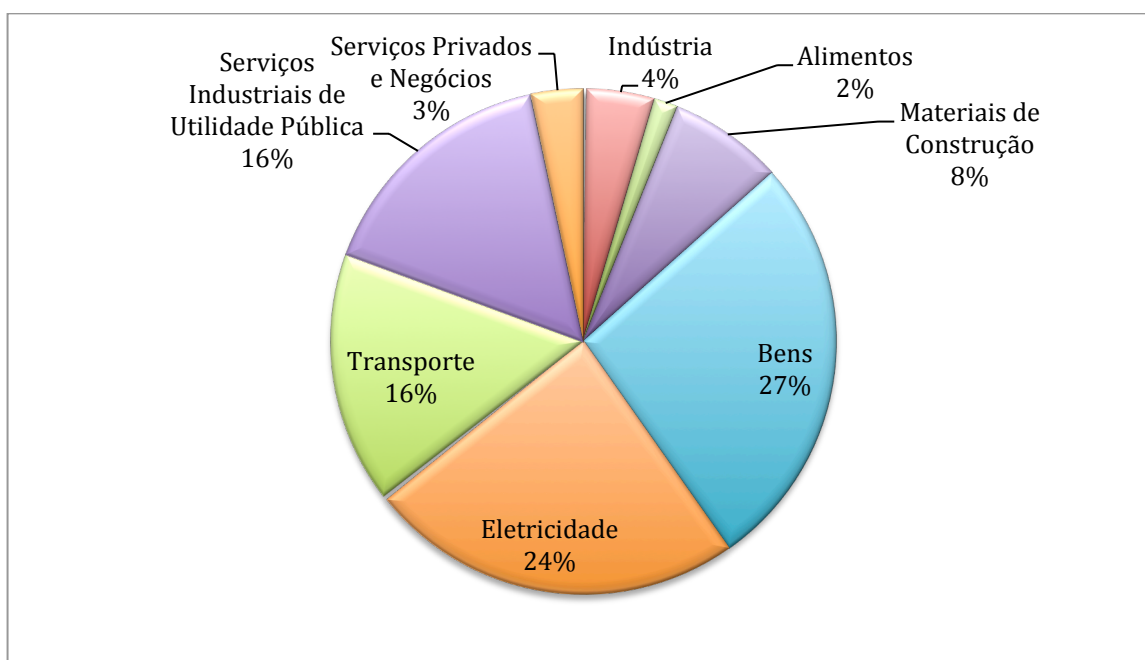


Figura 31 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões na Cidade de Gold Coast causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Industriais de Utilidade Pública” consumidos e produzidos na Cidade de Gold Coast.

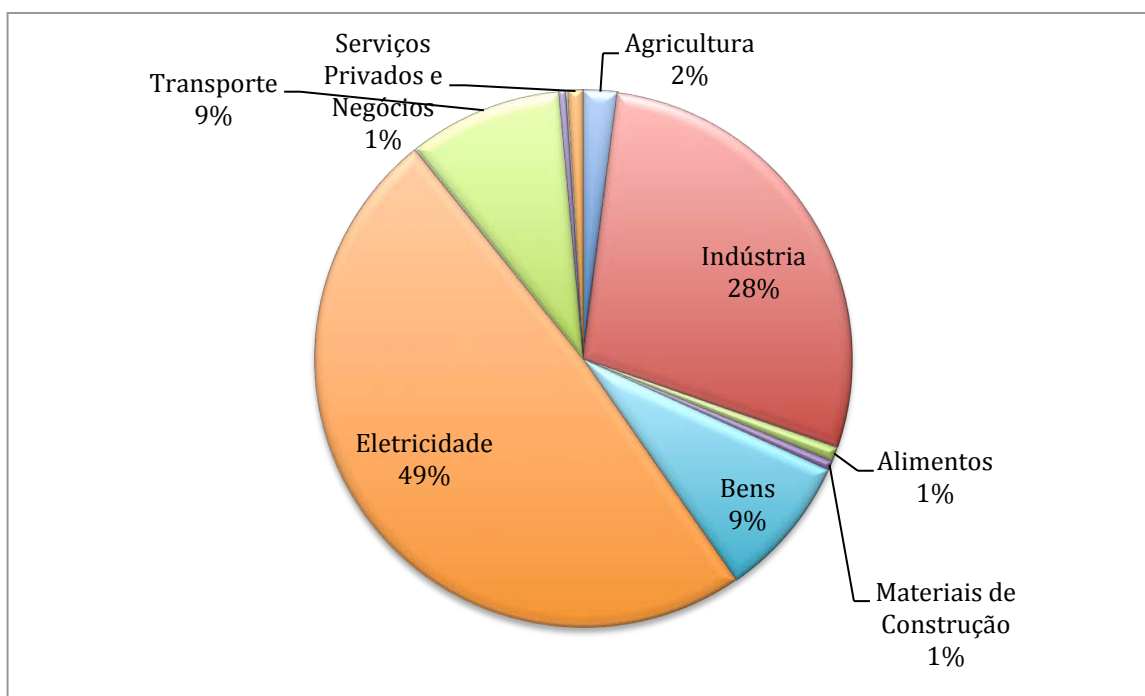


Figura 32 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto de Queensland causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Industriais de Utilidade Pública” produzidos e consumidos na Cidade de Gold Coast.

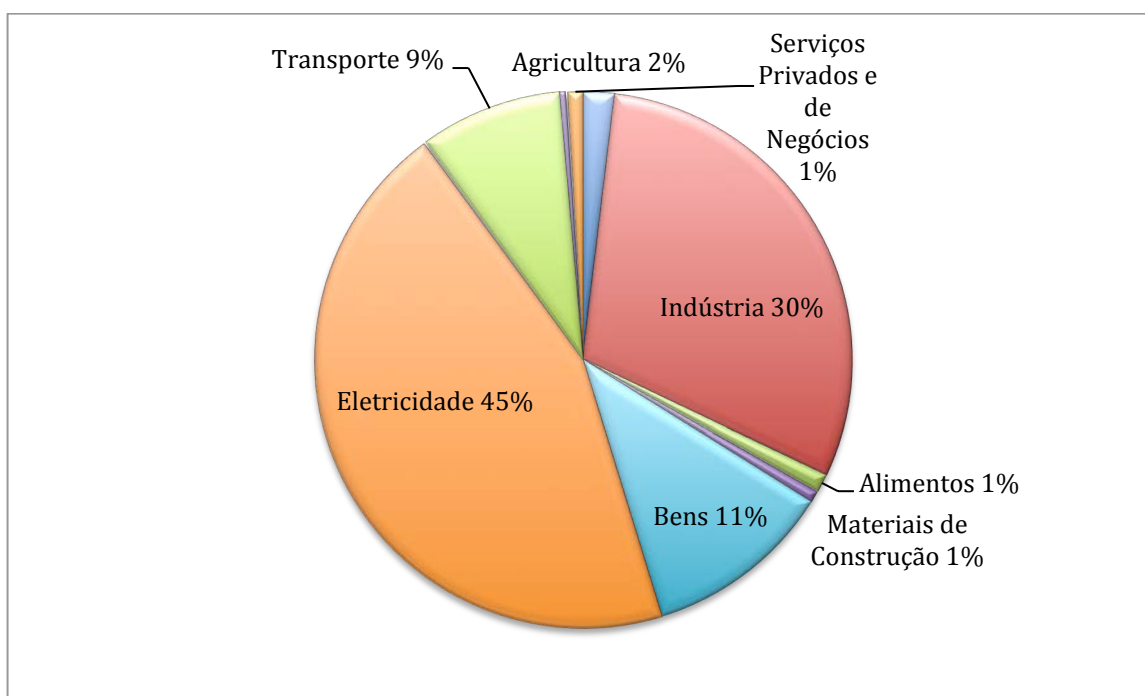


Figura 33 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto da Austrália causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Industriais de Utilidade Pública” produzidos e consumidos na Cidade de Gold Coast.

Assim como a primeira atividade de serviços, os setores de atividade com maiores emissões são “Eletricidade”, “Bens”, “Indústria” e “Transporte”. As regiões “Resto de Queensland” e “Resto da Austrália” não apresentaram emissões, como ilustrado na **Figura 29**. O mapeamento das emissões do “Resto do mundo” está ilustrado na **Figura 34**.

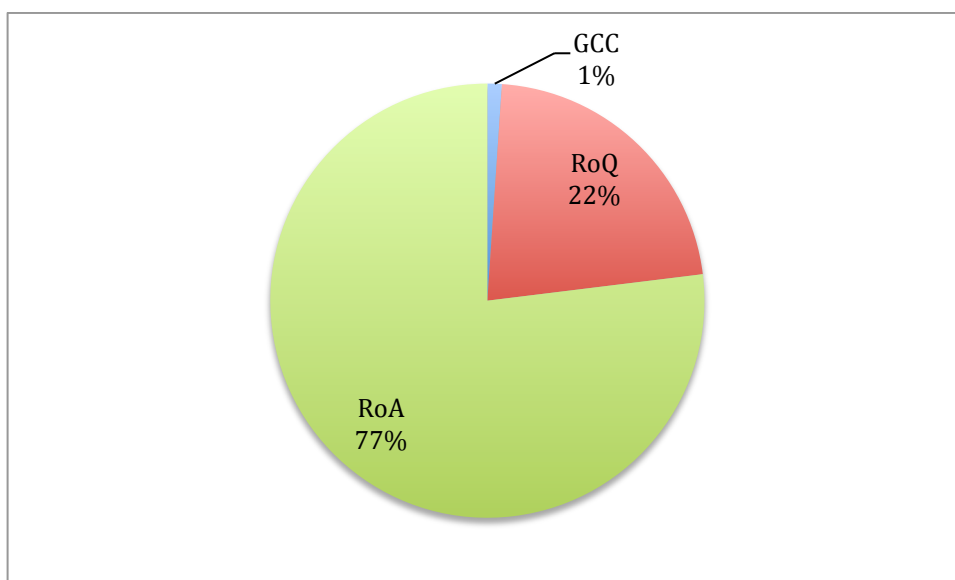


Figura 34 - Mapeando a Pegada de Carbono dos produtos do setor de atividade “Serviços Industriais de Utilidade Pública” produzidos no Resto do Mundo e consumidos na Cidade de Gold Coast.

As Figura 35, Figura 36, Figura 37 mostram os setores de atividade associados às emissões de CO₂ por região.

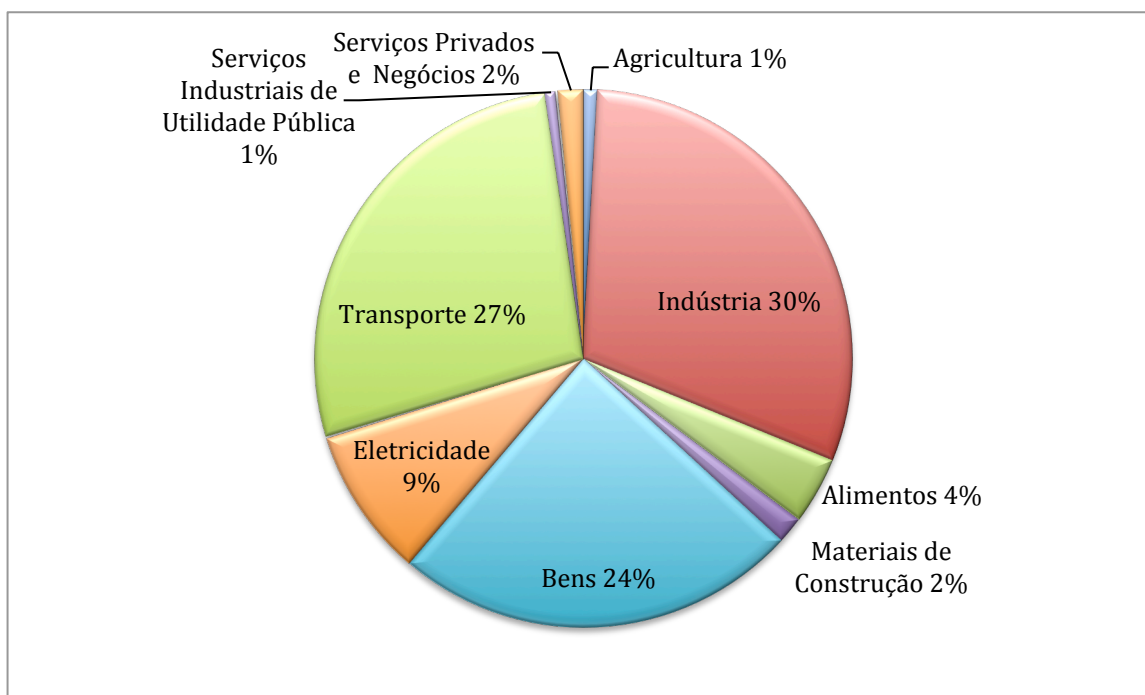


Figura 35 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões na Cidade de Gold Coast causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Industriais de Utilidade Pública” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto do Mundo.

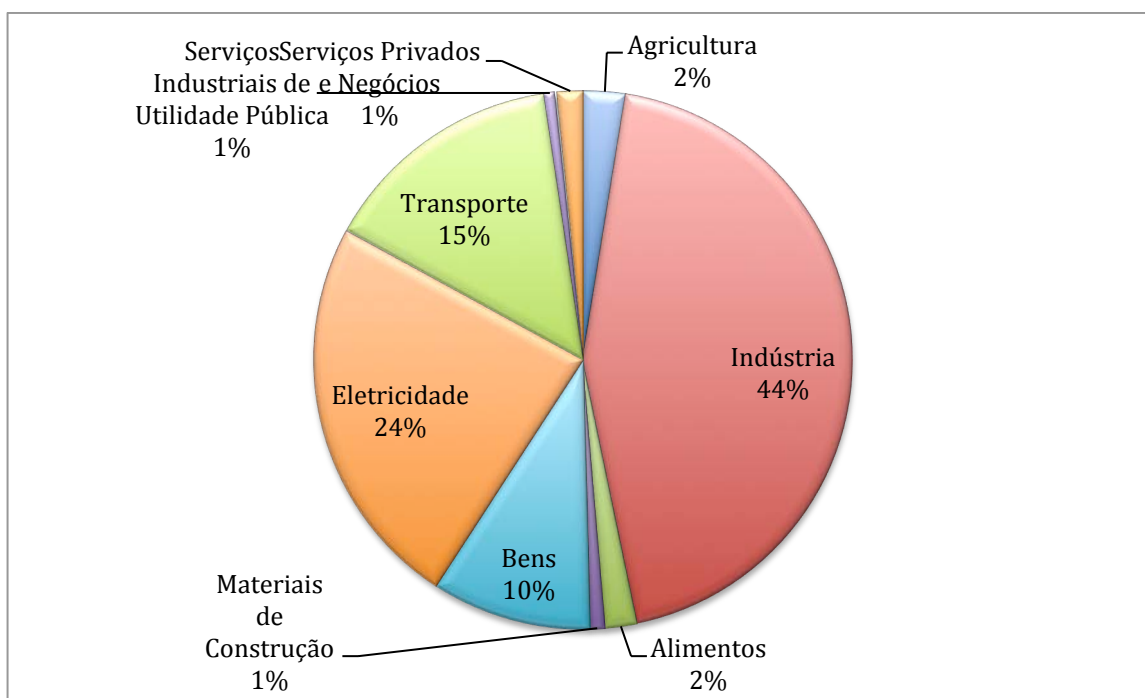


Figura 36 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto de Queensland causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Industriais de Utilidade Pública” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto do Mundo.

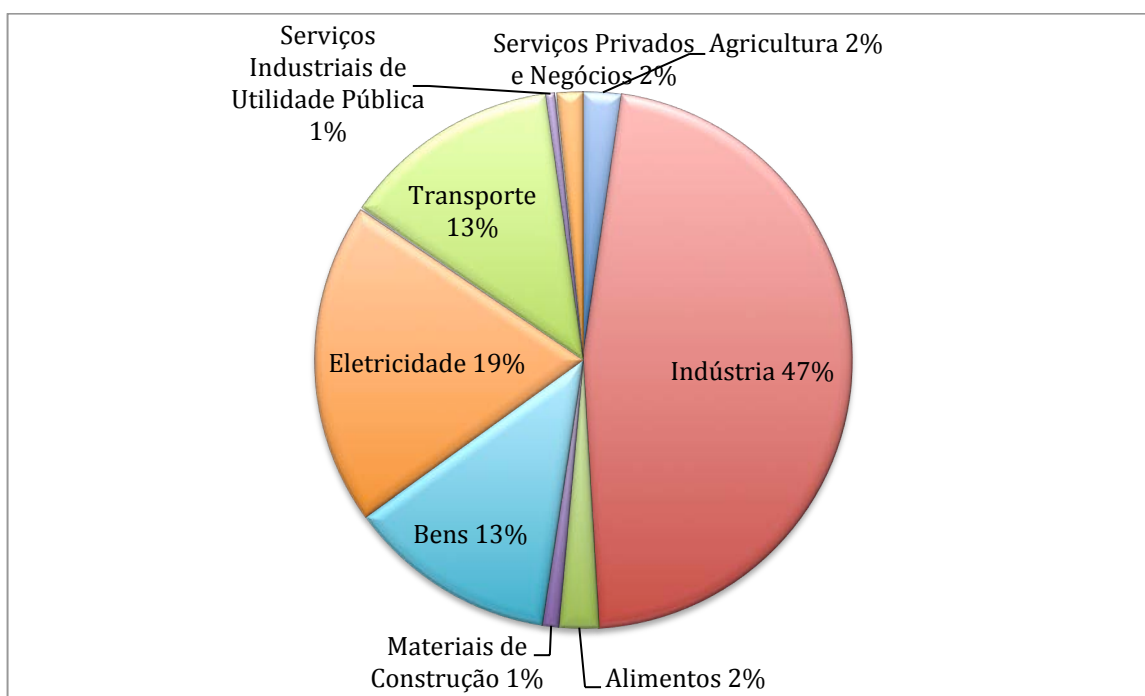


Figura 37 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto de Queensland causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Industriais de Utilidade Pública” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto do Mundo.

Os resultados continuam similares em termos dos setores de atividade mais intensivos em emissões de CO₂, como era de se esperar por serem setores de atividade da área de serviços.

II.5 - A demanda final da Cidade de Gold Coast por produtos do setor de atividade “Serviços Privados e Negócios”

A Figura 38 ilustra a emissão de CO₂ da demanda final da Cidade de Gold Coast por produtos do setor de atividade “Serviços Privados e de Negócios” categorizado pela região onde os produtos foram produzidos – porém todos foram consumidos na Cidade de Gold Coast. Como era esperado e visualizado nos resultados dos outros setores de atividade de serviços, as emissões costumam ser reduzidas fora do local onde ocorreu o consumo, pelo fato de serem produtos de um setor de atividade de serviços, não é muito comum serem importados de fora.

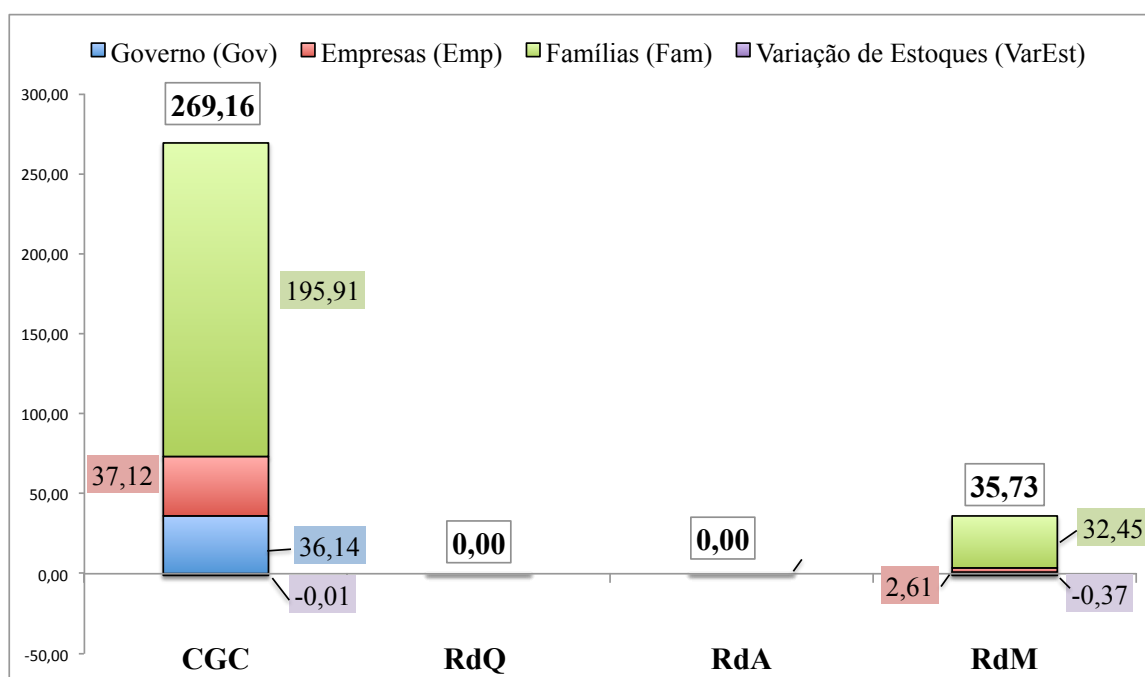


Figura 38 - A Pegada de Carbono (PC) da demanda final da Cidade de Gold Coast – durante a produção dos produtos do setor de atividade “Serviços Privados e Negócios”, produzidos por cada uma das quatro regiões avaliadas

A Figura 39 ilustra a que regiões as emissões decorrentes dos produtos consumidos e produzidos na Cidade de Gold pertencem. Sendo assim, se refere a primeira coluna da Figura 38 totalizando 269,16 kt de CO₂.

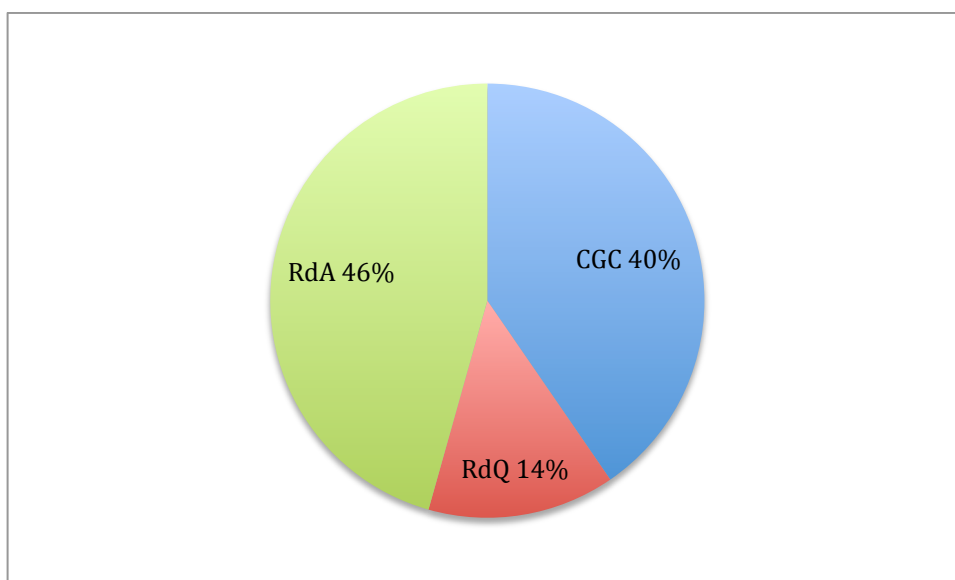


Figura 39 - Mapeando a Pegada de Carbono dos produtos do setor de atividade "Serviços Privados e Negócios" produzidos e consumidos na Cidade de Gold Coast

As Figura 40, Figura 41 e Figura 42 detalham a quais indústrias essas emissões destacadas na Figura 39 pertencem. Cada figura refere a cada uma das três regiões onde ocorreram as emissões.

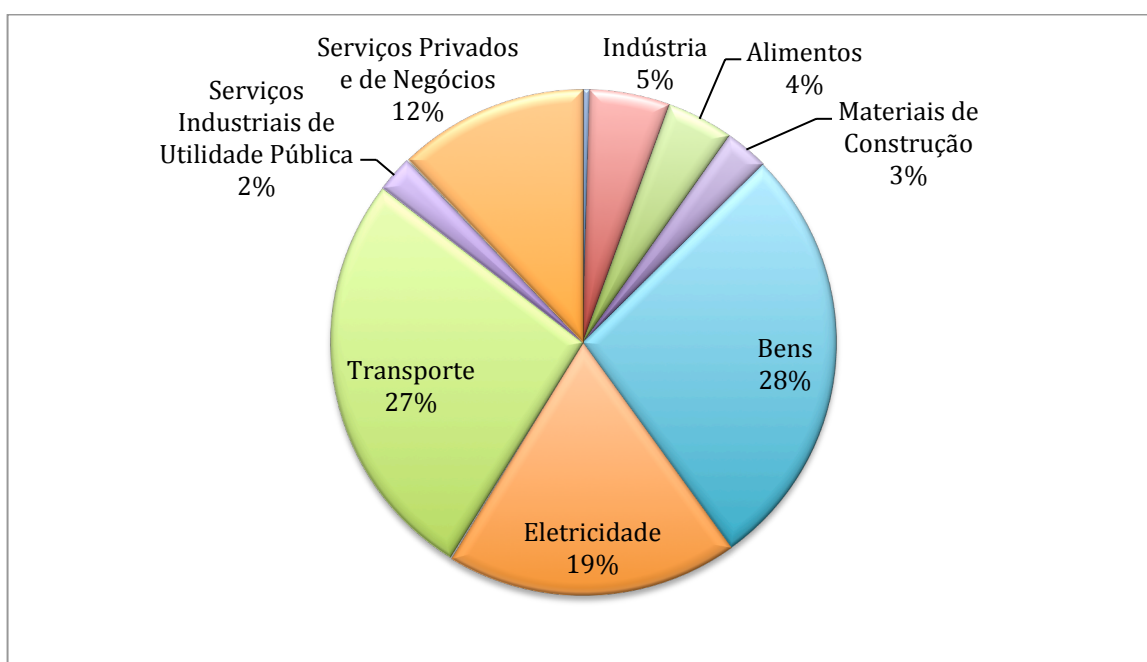


Figura 40 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões na Cidade de Gold Coast causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Privados e Negócios” consumidos e produzidos na Cidade de Gold Coast

Como era de se esperar para um setor de atividade de Serviços os setores de atividade intensivos em emissões de CO₂ seguem o mesmo padrão de destaque para os setores de

atividade “Indústria”, “Eletricidade” e “Bens” – que são setores de atividade naturalmente associados a altas emissões de CO₂.

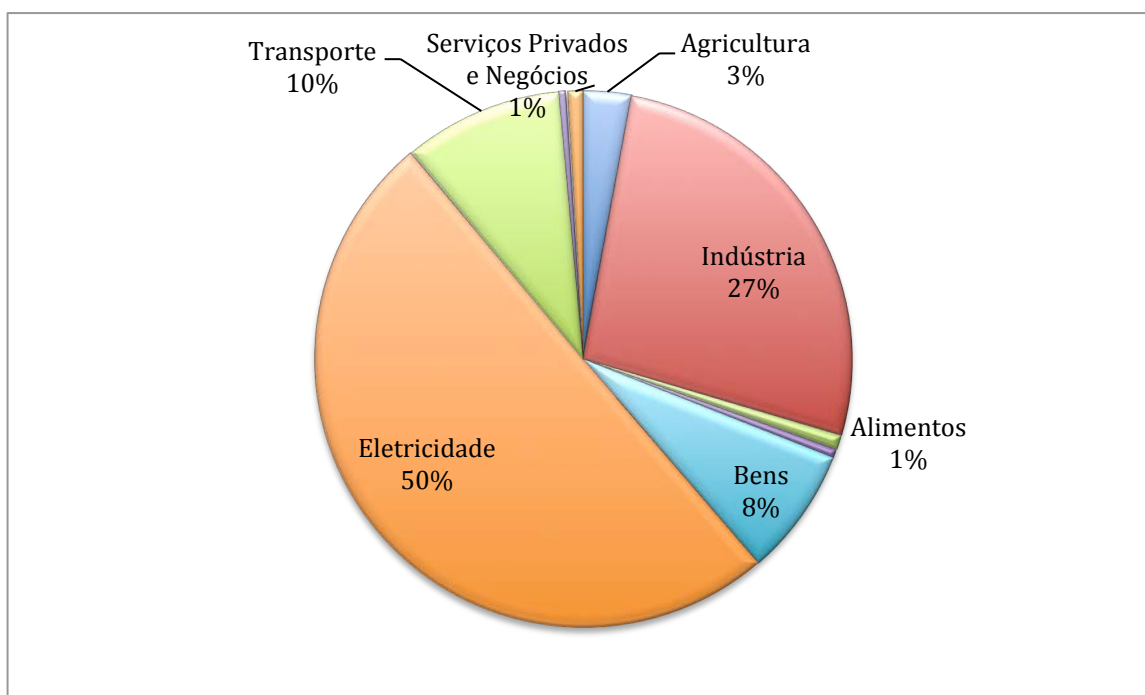


Figura 41 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto de Queensland causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Privados e Negócios” consumidos e produzidos na Cidade de Gold Coast

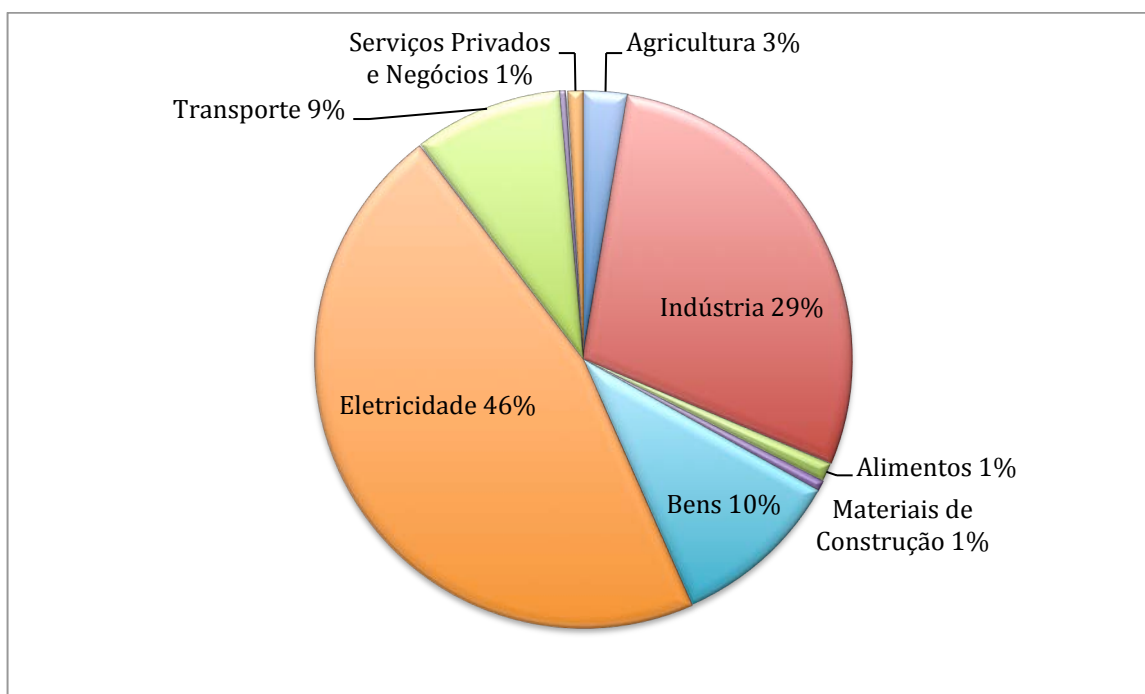


Figura 42 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto do Mundo causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Privados e Negócios” consumidos e produzidos na Cidade de Gold Coast

Esses setores de atividade provavelmente cumprem algum papel na cadeia de suprimento de Serviços. Um exemplo seria algum privado como unidades de atendimento de uma companhia

de seguros privada que consomem energia e compram mercadoria como papel, canetas e outros – associados ao setor de atividade “Bens”. A **Figure 43** mostra a emissão por região dos produtos deste setor de atividade produzidos no Resto do Mundo e consumidos na Cidade de Gold Coast. Para produtos produzidos no Resto de Queensland e no Resto da Austrália a emissão de CO₂ foi zero.

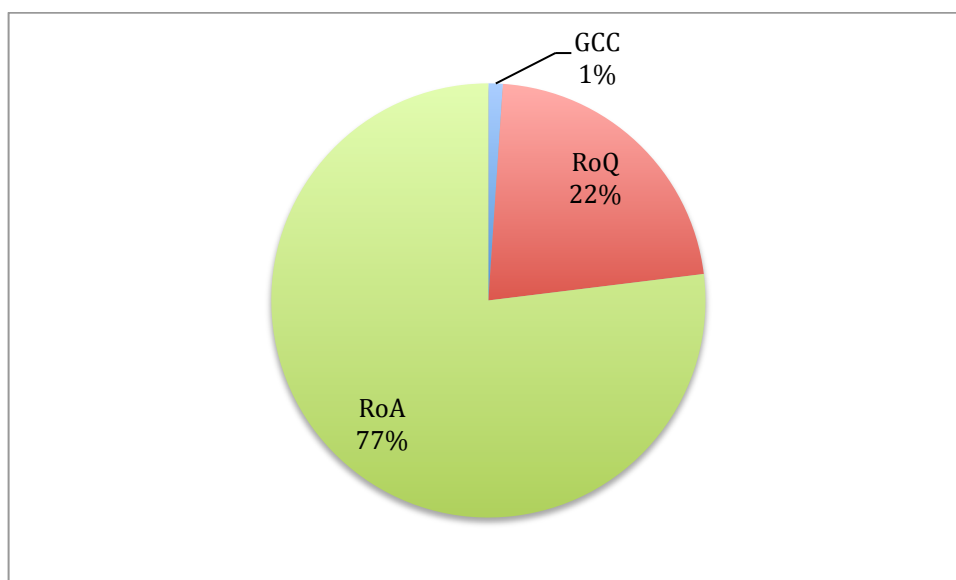


Figure 43 - Mapeando a Pegada de Carbono dos produtos do setor de atividade "Serviços Privados e Negócios" consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto do Mundo

Na própria cidade a emissão foi de apenas 1% e os setores de atividade associados a essas emissões estão ilustrados na **Figura 44**.

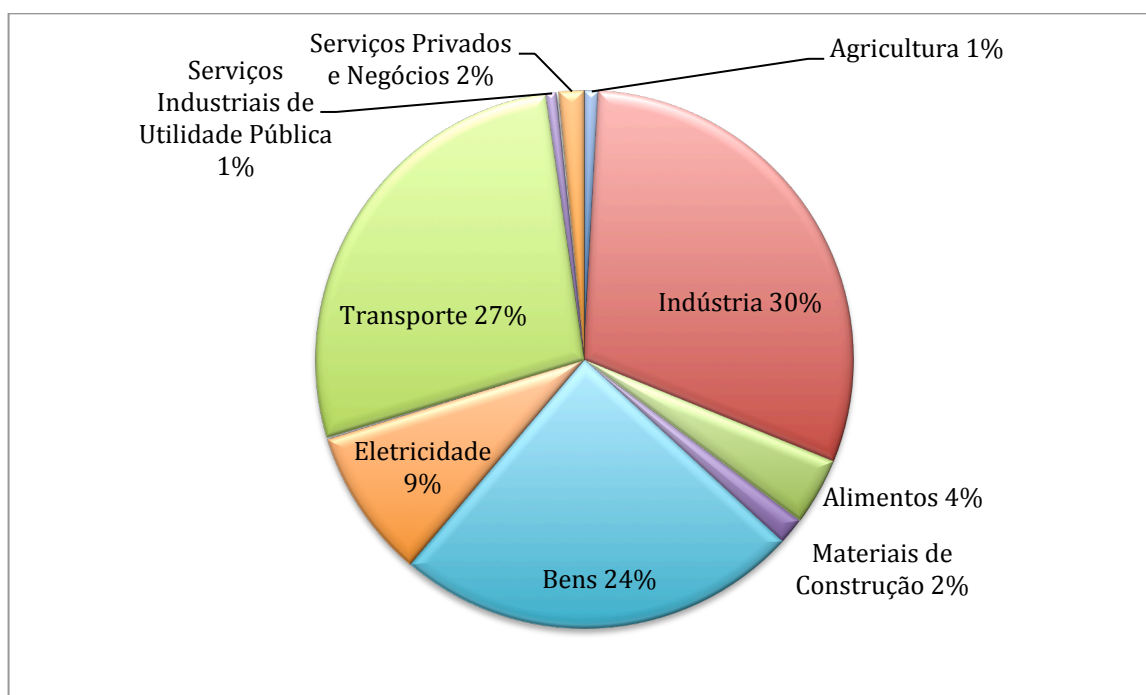


Figura 44 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões na Cidade de Gold Coast causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Privados e Negócios” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto do Mundo

No Resto de Queensland ocorreram 22% das emissões, ilustradas pelos setores de atividade na Figura 45.

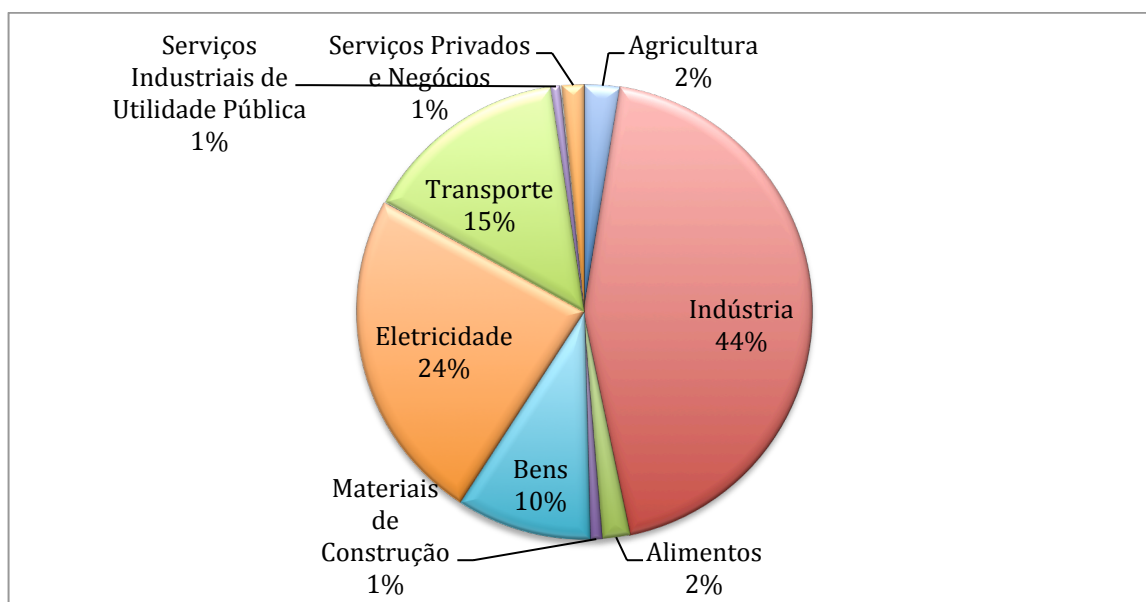


Figura 45 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto de Queensland causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Privados e Negócios” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto do Mundo

No Resto da Austrália, ocorreram a maior parte das emissões, por algum motivo da caracterização da cadeia de suprimentos destes serviços, como unidades de negócios etc. A **Figure 46** ilustra a que setores de atividade essas emissões estão mais relacionadas.

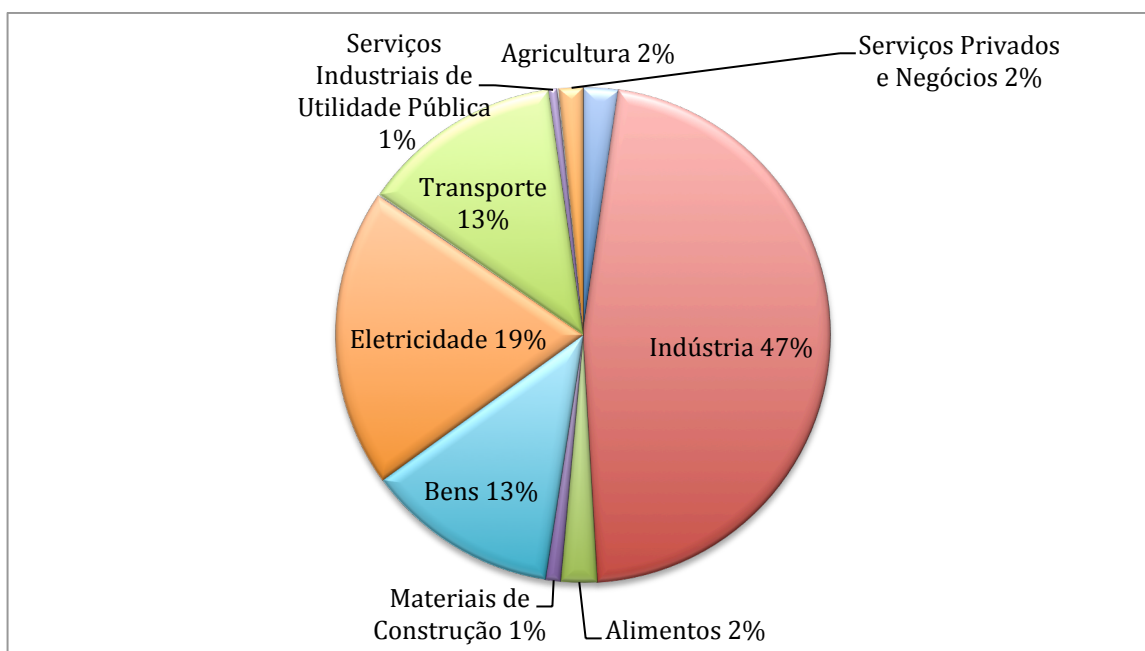


Figure 46 – Setores de atividade responsáveis pelas emissões no Resto da Austrália causadas pela produção de produtos do setor de atividade “Serviços Privados e Negócios” consumidos na Cidade de Gold Coast e produzidos no Resto do Mundo.

CONCLUSÃO

A medida da Pegada de Carbono é a contabilização da quantidade de emissão de CO₂ produzida direta e indiretamente causada por uma atividade ou produto. No caso do produto toda a emissão envolvida na sua fabricação é considerada. As Tabela 1 e Tabela 2 ilustram um exemplo da inclusão dos efeitos indiretos nas emissões de CO₂. A Figura 47 mostra os multiplicadores diretos de CO₂ para a Cidade de Gold Coast por setor de atividade.

Tabela 1 – Multiplicadores Diretos de CO₂ para a Cidade de Gold Coast

Atividades	Multiplicados Diretos de CO₂
Agricultura	0,85
Indústria	0,43
Alimentos	0,07
Materiais de Construção	0,12
Bens	0,20
Eletricidade	2,79
Água e Esgoto	0,20
Lixo	2,28
Transporte	0,37
Serviços Industriais de Utilidade Pública	0,01
Serviços Públicos	0,01
Serviços Privados e Negócios	0,02

A Figura 48 mostra os multiplicadores indiretos de CO₂ para a Cidade de Gold Coast por setor de atividade: os efeitos indiretos estão incluídos nesses valores devido a utilização da matriz de Leontief, conforme explicado no Capítulo 1. Os multiplicadores totais – que medem o efeito total - são a soma dos multiplicadores indiretos com os multiplicadores diretos.

Tabela 2 – Multiplicadores Indiretos de CO₂ para a Cidade de Gold Coast

Atividades	Multiplicados Indiretos de CO₂
Agricultura	1,39
Indústria	0,66
Alimentos	0,70
Materiais de Construção	0,57
Bens	0,78
Eletricidade	4,73
Água e Esgoto	0,56
Lixo	2,61
Transporte	0,68
Serviços Industriais de Utilidade Pública	0,26
Serviços Públicos	0,20
Serviços Privados e Negócios	0,24

Neste estudo utiliza-se o vetor de demanda – consumo da Cidade de Gold Coast. Para utilizar o vetor de produção mais o de importação seria necessário dados da conta satélite de CO₂ das importações da cidade para se calcular os multiplicadores - dados não disponíveis na base de dados utilizada nesse estudo.

O objetivo desse estudo é avaliar a responsabilidade total de uma cidade em termos de emissão de CO₂, ou seja, a quantidade total de CO₂ emitida devido à demanda final da cidade. Muitos modelos de insumo-produto simulam choques na demanda para avaliar mudanças na produção – porém esse não é o objetivo deste estudo. Para estudos ambientais avaliar a quantidade total e não choques na demanda final podem ser mais eficientes para dar suporte a futuras políticas públicas de redução de emissão de CO₂ – por isso a análise deste estudo foca na demanda final total.

Este trabalho não pode ser feito com uma cidade brasileira, porque, infelizmente, no momento em que esse trabalho foi escrito, não existiam dados de conta satélite de CO₂ para nenhuma cidade brasileira.

A Pegada de Carbono do consumo da demanda final dos produtos avaliados é concentrado em setores de atividade específicos. No caso de produtos da “Indústria” os setores de atividade onde as emissões de CO₂ se concentram são: “Eletricidade”, “Indústria”, “Bens” e “Transporte”. Isso é natural devido a característica desses setores de atividade: por exemplo, eletricidade é um setor de atividade que emite mais CO₂ que um setor de atividade como alimentos, por exemplo. É claro que isso pode ser afirmado para esse caso, porque na

Austrália a maior fonte de energia elétrica é através da queima de carvão, que gera alta emissão de CO₂. Assim a geração de eletricidade nesse caso é intensa em emissão de CO₂.

Esses quatro setores de atividade também tem participação na cadeia de suprimentos de produtos industriais, devido à produção e transporte dos mesmos.

No caso dos produtos dos três setores de atividade de serviços avaliados, as emissões de CO₂ estão mais relacionadas aos setores de atividade: “Eletricidade”, “Indústria”, “Bens” e “Transportes”.

Algumas exceções são observadas no caso dos produtos do setor de atividade “Serviços Públicos”, onde as emissões de CO₂ são mais associadas ao próprio setor de atividade “Serviços Públicos” do que ao setor de atividade “Indústria”. Isso porque um serviço do governo faz uso de outros serviços do governo durante sua cadeia de suprimentos – apresentado no dados da Tabela de Usos e Recursos do estudo.

Essas informações clarificam o estudo de emissões de CO₂ no consumo indireto de eletricidade e transporte quando os consumidores finais demandam serviços e produtos da indústria – que englobam os setores de atividade “Serviços Públicos”, “Serviços Industriais de Utilidade Pública”, “Serviços Privados e Negócios” e “Indústria”.

Esse tipo de informação é útil para ajudar decisões para melhorar políticas já implementadas ou desenhar novas medidas para a mitigação de emissões de CO₂.

Em relação ao fornecimento de eletricidade e serviços de transporte, alguns incentivos podem ser desenhados para atingir a redução de CO₂ dentro do território Australiano. Os incentivos apresentados focam na maneira de produção e não em tentativas de reduzir o consumo.

Como uma maneira de expor as alternativas de ação, seleciona-se alguns exemplos focando em ambos os setores de atividade, que são: (i) mudar parte das termoelétricas a carvão para geração de eletricidade por alternativas renováveis – exemplo: o uso de bagaço de cana para geração de eletricidade, que é similar a alternativas estudadas em Malik *et al.* (2014), fazendas de vento (“wind farms”).

No caso da Austrália, onde a maior fonte de geração de energia é o carvão (73%), tecnologias mais eficientes em termos do processamento do carvão podem ser exploradas. Assim como a captura e armazenamento de carbono.

Também seria interessante rever a infraestrutura de transporte das mercadorias – que reduzisse o curso dos produtos desde o produtor até o consumidor final.

Uma medida interessante para a Austrália e que já foi implementada no Brasil é incentivar os biocombustíveis para os veículos.

No caso dos setores de atividade que produzem bens, produtos industriais e oferecem serviços públicos e de construção – que são o restante dos maiores emissores na avaliação da Pegada de Carbono de serviços e indústria – mais políticas de redução de CO₂ podem ser desenhadas. Incentivos para que os produtores destes produtos e serviços elevem a eficiência de produção e adotando práticas que diminuam a produção de CO₂ durante seu processo de produção é um caminho interessante a se explorar.

O interessante de modelos de insumo-produto multi-regionais é que pode-se ver o caminho das emissões de CO₂ do consumo de uma cidade levando em conta várias outras regiões. Dessa forma é possível estabelecer como a economia de uma cidade pode afetar ambientalmente outras regiões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAYNES, T. M.; WIEDMANN, T. General approaches for assessing urban environmental sustainability. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 4, n. 4, p. 458-464, 2012. ISSN 1877-3435.

BLAIR, P. D.; MILLER, R. E. **Input-Output Analysis: Foundations and Extensions**. New Jersey: Prentice-Hall 1985.

CHAVEZ, A.; RAMASWAMI, A. Progress toward low carbon cities: approaches for transboundary GHG emissions' footprinting. **Carbon management**, v. 2, n. 4, p. 471-482, 2011. ISSN 1758-3004.

_____. Articulating a trans-boundary infrastructure supply chain greenhouse gas emission footprint for cities: Mathematical relationships and policy relevance. **Energy Policy**, v. 54, p. 376-384, 2013. ISSN 0301-4215.

DADHICH, P. et al. Developing sustainable supply chains in the UK construction industry: A case study. **International Journal of Production Economics**, 2014.

DAVIS, S. J.; PETERS, G. P.; CALDEIRA, K. The supply chain of CO₂ emissions. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 108, n. 45, p. 18554-18559, 2011.

DE ALMEIDA VALE, V.; PEROBELL, F. S. **COMÉRCIO INTERNACIONAL E EMISSÕES: UMA ANÁLISE INTERTEMPORAL DE INSUMO-PRODUTO**. ANPEC-Associação Nacional dos Centros de Pósgraduação em Economia [Brazilian Association of Graduate Programs in Economics]. 2014

DIETZENBACHER, E. et al. Input-Output analysis: the next 25 years. **Economic Systems Research**, v. 25, n. 4, p. 369-389, 2013.

DRUCKMAN, A.; JACKSON, T. The carbon footprint of UK households 1990-2004: A socio-economically disaggregated, quasi-multi-regional input-output model. **Ecological Economics**, v. 68, p. 2066-2077, 2009.

DUCHIN, F. Industrial input-output analysis: implications for industrial ecology. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 89, n. 3, p. 851-855, 1992. ISSN 0027-8424.

FEIJÓ, C. A.; DE CERQUEIRA LIMA, F. C. G.; BARBOSA FILHO, N. H. **Contabilidade social**. Elsevier Brasil, 2001. ISBN 8535228829.

FENG, K. et al. Consumption-based CO₂ accounting of China's megacities: the case of Beijing, Tianjin, Shanghai and Chongqing. **Ecological Indicators**, v. 47, p. 26-31, 2014. ISSN 1470-160X.

Gold Coast Regional Plan 2013-2016. 2013

HEIJUNGS, R.; SUH, S. **The computational structure of life cycle assessment**. Springer Science & Business Media, 2002. ISBN 1402006721.

HERMANNSSON, K.; MCINTYRE, S. G. Local consumption and territorial based accounting for CO₂ emissions. **Ecological Economics**, v. 104, p. 1-11, 2014. ISSN 0921-8009.

KENNEDY, S.; SGOURIDIS, S. Rigorous classification and carbon accounting principles for low and Zero Carbon Cities. **Energy Policy**, v. 39, n. 9, p. 5259-5268, 2011. ISSN 0301-4215.

LENZEN, M. et al. Compiling and using input-output frameworks through collaborative virtual laboratories. **Science of the Total Environment**, v. 485-486, p. 241-251, 2014.

LENZEN, M. et al. Mapping the structure of the world economy. **Environmental Science & Technology**, v. 46, n. 15, p. 8374-8381, 2012.

- LENZEN, M., MORAN, D., KANEMOTO, K., GESCHKE, A. . Building Eora: A Global Multi-regional Input-Output Database at High Country and Sector Resolution. **Economic Systems Research**, v. 25, n. 1, p. 20-49, 2013.
- LENZEN, M.; PETERS, G. M. How city dwellers affect their resource hinterland. **Journal of Industrial Ecology**, v. 14, n. 1, p. 73-90, 2010. ISSN 1530-9290.
- MALIK, A. et al. Simulating the impact of new industries on the economy: The case of biorefining in Australia. **Ecological Economics**, v. 107, p. 84-93, 2014.
- MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-Output Analysis: Foundations and Extensions**. 2nd Cambridge: Cambridge University Press, 2009. Disponível em: < <http://www.cambridge.org/millerandblair> >.
- MINX, J. C. et al. Input-Output Analysis and carbon footprinting: an overview of applications. **Economic Systems Research**, v. 21, n. 3, p. 187-216, 2009.
- PROOPS, J. L.; FABER, M.; WAGENHALS, G. CO2 Emissions by Germany and the UK. In: (Ed.). **Reducing CO2 Emissions**: Springer, 1993. p.64-87. ISBN 3642777945.
- RAMASWAMI, A.; CHAVEZ, A.; CHERTOW, M. Carbon footprinting of cities and implications for analysis of urban material and energy flows. **Journal of Industrial Ecology**, v. 16, n. 6, p. 783-785, 2012. ISSN 1530-9290.
- ROCHE, M. Y. et al. Concepts and methodologies for measuring the sustainability of cities. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 39, n. 1, p. 519, 2014.
- SATTERTHWAITE, D. Cities' contribution to global warming: notes on the allocation of greenhouse gas emissions. **Environment and urbanization**, v. 20, n. 2, p. 539-549, 2008. ISSN 0956-2478.
- SCHUTZE, C. A. B.; PINTO, C. R. Estudo comparativo da pegada de carbono dos hábitos de transporte de estudantes da Unicamp. **Revista Ciências do Ambiente On-Line**, v. 9, n. 2, 2013. ISSN 2179-9962.
- SU, B.; ANG, B. W. Input-output analysis of CO2 emissions embodied in trade: The effects of spatial aggregation. **Ecological Economics**, v. 70, p. 10-18, 2010.
- TURNER, K. et al. Examining the global environmental impact of regional consumption activities — Part 1: A technical note on combining input-output and ecological footprint analysis. **Ecological Economics**, v. 62, p. 37-44, 2007.
- WIEDMANN, T. Editorial: carbon footprint and input-output analysis—an introduction. 2009a. ISSN 0953-5314.
- _____. A review of recent multi-region input-output models used for consumption-based emission and resource accounting. **Ecological Economics**, v. 69, p. 211-222, 2009b.
- WIEDMANN, T. et al. Examining the global environmental impact of regional consumption activities — Part 2: Review of input-output models for the assessment of environmental impacts embodied in trade. **Ecological Economics**, v. 61, p. 15-26, 2007.
- WIEDMANN, T.; MINX, J. A Definition of 'Carbon Footprint'. In: PERTSOVA, C. C. (Ed.). **Ecological Economics Research Trends**. Hauppauge NY, USA: Nova Science Publishers, 2008. cap. 1, p.1-11.
- WIEDMANN, T. O.; CHEN, G.; BARRETT, J. The Concept of City Carbon Maps: A Case Study of Melbourne, Australia. **Journal of Industrial Ecology**, 2015. ISSN 1530-9290.
- WIEDMANN, T. O. et al. The material footprint of nations. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 2013.
- WIEDMANN, T. O. et al. The material footprint of nations. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 112, n. 20, p. 6271-6276, 2015. ISSN 0027-8424.

WRIGHT, L. A. et al. Carbon footprinting for climate change management in cities. **Carbon Management**, v. 2, n. 1, p. 49-60, 2011. ISSN 1758-3004.

YAO, L.; J. LIU, R.; WANG, K. Y. Carbon footprint accounting of regional household consumption in China through multi-regional input-output model. **Huanjing Kexue Xuebao/Acta Scientiae Circumstantiae** 33(7): 2050–2058, 2013. Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84880341503&partnerID=40&md5=e539c0d5683e6b3d40f412a3ce6747b7>. >.

ZHANG, B.; QIAO, H.; CHEN, B. Embodied energy uses by China's four municipalities: A study based on multi-regional input–output model. **Ecological Modelling**, v. 318, p. 138-149, 2015. ISSN 0304-3800.